


BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine 83

ESSAI

SUR

ES PONTS MILITAIRES.

ESSAI

SUR

LES PRINCIPES ET LA CONSTRUCTION

DES

PONTS MILITAIRES,

ET SUR

LES PASSAGES DES RIVIÈRES EN CAMPAGNE;

PAR LE GÉNÉRAL HOWARD DOUGLAS,

DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DU COLLÉGE ROYAL MILITAIRE, etc., etc.

TRADUIT DE L'ANGLAIS

PAR J. P. VAILLANT,

CAPITAINE DU GÉNIE.

PARIS,

ANSELIN ET POCHARD, SUCCESSrs DE MAGIMEL,

LIBRAIRES POUR L'ART MILITAIRE, RUE DAUPHINE, N° 9.

1824.

ESSAI

SUR

LES PRINCIPES ET LA CONSTRUCTION

DES PONTS MILITAIRES,

ET

SUR LES PASSAGES DE RIVIÈRES

EN CAMPAGNE.



SECTION PREMIÈRE.

Principes et Effets du mouvement de l'eau dans les rivières.

Quoique la théorie du mouvement de l'eau dans les canaux et les rivières, se rapporte plus particulièrement aux différens usages de la vie civile, et qu'elle soit presque étrangère à l'objet de cet écrit, nous pourrons, cependant, tirer de quelques observations sur l'hydraulique, des conséquences importantes relativement au sujet que nous nous proposons d'examiner, et ces observations ser-

viront utilement d'introduction à un traité sur les diverses manières de construire des ponts dans les opérations militaires.

La connaissance des principes sur lesquels repose la théorie du mouvement de l'eau, nous permet d'étudier la nature de cette action continue qui occasione les sinuosités des fleuves, modère la vitesse du courant, donne naissance à des remoux et par suite à des bancs, et détermine la figure des sections transversales d'une rivière aux différens points de son cours.

Cette théorie nous éclaire encore dans la recherche de plusieurs particularités qui dépendent des circonstances locales, et dont la connaissance est essentielle, soit pour la construction et la sûreté des ponts militaires, soit pour le calcul des effets de l'eau, le produit ou la dépense d'un courant relativement aux moyens de faire subsister les garnisons, ou d'établir des inondations défensives.

Gulielmini, et avec lui les principaux auteurs qui se sont occupés d'hydraulique, ont fondé leur théorie sur la loi des vitesses avec lesquelles l'eau s'écoule d'un réservoir, par des orifices pratiqués à différentes profondeurs au-dessous de la surface du liquide. Ils ont regardé cette loi comme étant celle qui réglait le cours des rivières, et, sauf quelqucs modifications, cette théorie prévalut long-temps, et fut adoptée par

le plus grand nombre des auteurs élémentaires et des physiciens (1).

La loi dont nous venons de parler, et qui est un résultat d'expérience, consiste en ce que les vitesses de l'eau qui s'échappe par des orifices situés à différentes profondeurs au-dessous de la surface d'un réservoir, sont proportionnelles aux racines carrées de ces profondeurs.

Ainsi, supposons un réservoir A (*pl.* 1re, *fig.* 1re) constamment plein d'eau pendant toute l'expérience ; pratiquons dans ce réservoir deux orifices d'égale grandeur, que nous ouvrirons en même temps. Admettons que leurs distances à la surface du liquide sont comme 4 est à 1 ; et, par exemple, que ces distances sont 4 et 16 pouces : si l'on referme les deux orifices au même instant, on trouvera que le vase inférieur a reçu *à peu près* (2) le double de la quantité d'eau qui s'est écoulée dans le vase supérieur, ce qui est d'accord avec la loi que nous avons énoncée, les racines carrées de 16 et de 4, étant entre elles :: 2 : 1.

---

(1) Varignon, S'Gravesande, Muschenbroek, Bélidor, Buffon.

(2) Je dis *à peu près*, car l'expérience fait connaître que le volume d'eau qui s'est écoulé en réalité, est un peu plus faible qu'il devrait être d'après la théorie : cette différence est occasionée par les tourbillons et la contraction qui se forment aux orifices et dans la longueur du jet d'eau; il est probable que cette contraction est plus considérable dans le jet qui s'échappe par l'orifice inférieur, ce qui diminue d'autant le volume d'eau fourni par cet orifice.

D'après ce résultat, Gulielmini regarde chaque molécule B d'une masse liquide (*fig.* 2), comme tendant à se mouvoir avec une vitesse proportionnelle à la racine carrée de la distance de la molécule à la surface du liquide : c'est-à-dire que, si l'on mène la verticale A C passant par le point B, et qu'on en fasse l'axe d'une parabole A D E, les vitesses correspondantes aux profondeurs A B, A F, etc., seront représentées par les ordonnées B D et F G qui sont entre elles dans le rapport des racines carrées des abcisses.

C'est sur ce principe que repose la théorie suivante de Gulielmini sur l'hydraulique.

Supposons qu'un plan vertical percé d'une infinité de petits trous, soit placé perpendiculairement au cours d'une rivière ; les différentes vitesses de l'eau qui s'échappera par chacun de ces trous seront, d'après Gulielmini, précisément égales aux vitesses qu'avoit la rivière aux mêmes points, c'est-à-dire qu'elles seront proportionnelles aux racines carrées des distances respectives de ces points à la surface de l'eau.

Il résulterait de là, indépendamment de beaucoup d'autres conséquences qu'il est inutile de rapporter ici, que l'eau qui touche le fond de la rivière a la plus grande vitesse, que l'eau qui est à la surface se meut le plus lentement, et que, pour un point quelconque, la vitesse suit le rapport des racines carrées des profondeurs. Ces conséquences, cependant, ne s'accordent pas

avec ce qui a lieu en effet; et si la théorie qui les fournit était exacte, les fleuves auraient depuis long-temps exercé de grands ravages à la surface du globe; les torrens qui se précipitent des montagnes, auraient entraîné les terres qui recouvrent les pays élevés; l'Océan aurait englouti le riche sol de nos prairies; et ces effets, qui ne s'opèrent qu'avec une lenteur extrême et par degrés insensibles, auraient déjà depuis bien des siècles rendu tout-à-fait inhabitable ce qui est encore à présent couvert de moissons et de cités.

On s'aperçut bientôt que cette théorie était erronnée, et l'on s'efforça de la faire accorder avec les faits, en supposant que le frottement de l'eau contre le lit de la rivière, occasionait une diminution de vitesse pour les parties du liquide qui avoisinent le fond. Mais, malgré cette considération du frottement, et malgré toutes les autres modifications apportées à la théorie de Gulielmini, il fut impossible de la faire cadrer avec ce résultat d'observation: que, dans une eau courante, la plus grande vitesse est à la surface. C'est ce qui fut démontré par l'expérience suivante de Mariotte, répétée depuis par Dubuat. Deux boules creuses en verre, ayant à peu près deux pouces et demi de diamètre, furent chargées de telle façon que l'une était un peu plus lourde et l'autre un plus peu légère que l'eau. On les lia l'une à l'autre par un fil, et on les plaça dans un courant dont on connaissait la largeur, la pro-

fondeur et la vitesse à la surface. La boule la plus lourde demeura constamment en arrière, occasionant dans le fil une courbure difficile, cependant, à apprécier. En répétant l'expérience avec différentes longueurs de fil, il fut démontré, par la vitesse commune des deux boules de verre, que plus la boule inférieure approchait du fond, plus elle diminuait la vitesse de la boule placée à la surface.

Pour se convaincre que la vitesse de l'eau augmente depuis le fond jusqu'à la surface, on plaça, dans le sens d'un courant d'eau, une petite roue extrêmement mobile sur son axe, et portant quatre bras ou ailes : les bras supérieurs se murent dans le même sens que le courant, ce qui démontre que la vitesse de l'eau était plus grande au-dessus qu'au-dessous. On remarqua de plus que la petite roue tournait avec une vitesse qui était sensiblement proportionnelle à la vitesse moyenne de la rivière (1).

La théorie parabolique attira l'attention de plusieurs savans distingués (2), qui s'occupèrent, avec beaucoup de talent, du mouvement de l'eau dans les rivières et les canaux. Parmi tous ces savans, l'abbé Bossut est celui qui a fait les expériences les plus précises ; au mérite de l'exactitude, elles

---

(1) Principes d'hydraulique, par le chevalier Dubuat, tom. 2, pag. 89, 90.

(2) Mariotte, Bossut.

joignent encore celui d'avoir conduit aux expériences faites par le chevalier Dubuat, qui est enfin parvenu à renverser l'ancienne théorie, et à établir un système complet d'hydraulique pratique.

Les premières recherches du chevalier Dubuat eurent pour objet de faire voir que l'eau se meut de la même manière dans un tube ou canal ouvert seulement à ses extrémités, et dans un canal ouvert dans toute sa longueur, comme le lit des fleuves.

Soit A B (*fig.* 3) (1) un tube horizontal dans lequel l'eau est poussée par la colonne DA; cette colonne qui est la force motrice, peut être considérée comme produisant deux effets distincts : le premier, d'occasioner la vitesse avec laquelle l'eau se meut dans le tube, le second, de surmonter la résistance qui provient du frottement. Une partie seulement de la colonne entière D A sera employée à produire ce dernier effet, et si nous supposons un point de division E tel que la hauteur D E soit nécessaire pour occasioner la vitesse du courant dans le tube, ou autrement soit la hauteur *due à cette vitesse*, le reste E A sera employé à surmonter la résistance du frottement dans le tube A B. D'où il résulte que si nous adaptons en E un tube E C de même longueur et de même diamètre que A B, et que nous l'inclinions de telle

(1) Principes d'hydraulique, tome 1, pag. 25.

manière que l'extrémité de son axe coïncide avec l'axe du tube A B en C, la vitesse du courant sera précisément la même dans les deux tubes, et ils débiteront la même quantité d'eau : en effet, la force motrice dans le tube incliné, se compose du poids de la colonne verticale DE et du poids de la colonne inclinée E C; mais ce dernier poids est égal au poids d'une colonne verticale E A de même diamètre (1) : tout est donc égal dans les deux tubes, savoir, les longueurs, les diamètres, les forces motrices et les résistances ; par conséquent les vitesses des courans et les quantités d'eau débitées doivent être les mêmes.

Pour chaque partie du tube EC, le poids de la colonne d'eau, ou la force accélératrice, est en équilibre avec la résistance qui a lieu dans cette même partie; car le poids de la colonne EK, par exemple, est au poids de toute la colonne EC, comme la résistance de E en K est à la résistance de E en C; d'où il résulte qu'on peut raccourcir ou alonger indéfiniment le tube E C sans changer ni la vitesse du courant, ni la quantité d'eau qui s'écoule.

Si, laissant toujours la colonne, on force D A comme ci-dessus, nous alongeons le tube horizontal A B jusqu'en G, par exemple, nous augmenterons la résistance, et par conséquent il

(1) Paradoxes hydrostatiques.

y aura une diminution dans la vitesse et dans le volume d'eau qui s'écoulera. Pour placer un autre tube incliné, dans lequel la vitesse soit la même que dans le tube A G, il faudra substituer à D E la hauteur due à la nouvelle vitesse; et si nous supposons que cette hauteur soit D I, I A sera la colonne ou force nécessaire pour vaincre le frottement. Plaçant donc en I un tube I H de même longueur et de même diamètre que le tube A G, il s'écoulera la même quantité d'eau par ces deux tubes.

Ce que nous venons de dire d'un tube horizontal A B (*fig.* 3), peut s'appliquer à des tubes inclinés A B (*fig.* 4). Tirant la droite horizontale B C, nous voyons que D C est la colonne totale à laquelle est dû le mouvement; et si D E est la partie de cette colonne qui produit la vitesse, E C sera la partie employée à vaincre la résistance: plaçant donc un nouveau tube E F, de même longueur et de même diamètre que A B, et terminé à l'horizontal B C, la vitesse sera la même dans E F et A B, et l'inclinaison du tube E F étant ainsi déterminée, la vitesse et le débit ne changeront nullement, quelle que soit la longueur de ce tube.

Nous voyons donc que, dans un tube horizontal ou incliné, l'eau se meut de la même manière que dans un autre tube incliné qui serait appliqué à l'extrémité de la colonne d'eau, dont la hauteur est due à la vitesse dans le premier

tube. Nous voyons aussi que, quant à la vitesse du courant, et à la quantité d'eau qu'il fournit, on peut remplacer le tube horizontal ou incliné par le tube oblique dont on vient de parler. Or, la force accélératrice étant égale à la résistance, nous pouvons assimiler ce tube à une rivière dont le lit et la pente sont uniformes, et dont le courant est permanent : d'où nous pouvons tirer cette conséquence, qu'un tube fermé et une rivière, peuvent être assimilés l'un à l'autre, relativement aux circonstances qui constituent la permanence du courant.

En effet, nous pouvons regarder un tube cylindrique dans lequel le courant est uniforme et permanent, comme étant composé de deux demi-cylindres, l'un supérieur et l'autre inférieur, se touchant par deux surfaces d'eau, dont les molécules auront exactement la même vitesse dans l'un que dans l'autre, sans se frotter ni se retarder aucunement : maintenant, si nous enlevons le demi-cylindre supérieur, il restera un tube ouvert, semblable au lit d'un fleuve, et dans lequel toutes les circonstances du mouvement demeureront les mêmes que précédemment : le mouvement lui-même ne sera donc pas altéré. Dans cet état de choses, la force accélératrice dépend de l'inclinaison de la surface supérieure; et cette force étant en équilibre avec la résistance, ce qui constitue la permanence et l'uniformité du mouvement, il faut que la force motrice existe séparé-

ment : cette force motrice est la hauteur de la colonne d'eau à la source, hauteur qui peut être tellement éloignée, qu'il n'en résulte aucune pente sensible pour le fleuve.

Il faut remarquer cependant que la force motrice est aussi produite par l'inclinaison de la surface supérieure du liquide ; car, l'eau venant d'amont, et se portant vers la partie inférieure du fleuve, forme une surface inclinée que la fluidité du liquide tend à ramener à l'horizontalité, en le portant du côté où la pression est moindre : d'où il résulte que, non-seulement chaque molécule de la surface tend, par sa propre pesanteur, à marcher vers la partie inférieure du fleuve, mais qu'il y a une autre force indépendante de cette tendance, et qui provient de l'augmentation de pression dans le sens du courant, laquelle pression sollicite non-seulement les molécules de la surface à se porter en aval, mais affecte encore toutes les autres molécules renfermées dans l'intérieur de la masse liquide.

Dans le vase A C D E (*fig.* 5), qui est plein d'eau, si le liquide s'échappe en E, la force qui le fera mouvoir sera la pesanteur de la colonne A M E, M E étant supposée horizontale. D'après le principe fondamental de l'hydrostatique, toutes les molécules qui sont à la même profondeur pressent également dans toutes les directions : or, ici, la surface supérieure n'étant pas horizontale, la profondeur n'est pas la même partout ;

par conséquent, pour chaque tranche horizontale, la pression diminue dans le sens de l'inclinaison de la surface supérieure, et cette diminution de pression se fait sentir dans toute la masse du liquide. Sur la ligne F G, par exemple, les points P et Q n'étant pas à la même profondeur, le point Q ne pourra pas résister à la pression qui tend à faire marcher le point P vers G. La différence de pression qui a lieu pour les deux points P et Q se retrouverait encore en considérant deux autres points d'une même tranche horizontale prise à une profondeur quelconque audessous de ME: on peut donc en conclure, qu'il y a une force qui tend constamment à faire marcher toutes les molécules du liquide dans le sens de l'inclinaison de la surface supérieure; et que cette force, en même temps qu'elle cause une agitation dans toute la masse fluide, et qu'elle fait mouvoir de haut en bas ou de bas en haut les différentes molécules du liquide, fait réellement aussi mouvoir ce liquide de C en D.

C'est ainsi que s'établit le mouvement dans toute la masse d'un fluide, bien que la surface supérieure puisse rester sensiblement horizontale, comme il arrive, par exemple, lorsque cette surface est très-grande, et qu'il ne s'écoule qu'une très-petite quantité d'eau.

Le mouvement des liquides est donc produit par la gravité : c'est l'extrême mobilité de leurs molécules qui les force à se mettre de niveau

dans des vases fermés, ou qui les fait se mouvoir du côté où il y a diminution de pression ; et si l'on excepte ce qui se passe dans les tubes capillaires, il n'y a pas de pente, telle faible qu'elle soit, qui ne donne lieu à un courant d'eau (1).

De ce qui précède, le chevalier Dubuat conclut ce premier principe; savoir : que dans une rivière, la force qui fait mouvoir chacune des molécules d'eau, dépend uniquement de la pente de la surface du liquide. Par l'expression *pente d'une rivière*, on entend généralement l'inclinaison du lit de la rivière; mais quand il s'agit de courant d'eau, cette expression se rapporte à l'inclinaison de la surface supérieure du liquide. Quoique le plus souvent la surface supérieure et la surface inférieure soient parallèles, il arrive ce-

---

(1) Cette assertion n'est point exacte, et ne pourrait l'être qu'autant que la fluidité de l'eau serait parfaite. La viscosité de l'eau, ou l'adhérence que ses particules ont entre elles, occasione une résistance très-petite, mais finie, qui s'oppose sans cesse à leur séparation. Cette résistance est fort difficile à déterminer, et exigerait des expériences très-délicates; mais, d'après des estimations d'une exactitude suffisante pour la pratique, le chevalier Dubuat a trouvé que la vitesse est totalement anéantie quand la pente ne surpasse pas un millionième, et il en conclut que la plus petite pente qu'on puisse donner à un canal pour que la vitesse y soit sensible, est de $\frac{1}{500000}$, ce qui revient à peu près à $\frac{1}{4}$ de ligne pour cent toises. (*Voyez* Principes d'hydraulique, pag. 55 et suiv., tom. 1.)

(*Note du traducteur.*)

pendant que, dans certains cas, le lit d'une rivière a une pente assez considérable, tandis que la surface supérieure est sensiblement horizontale, et que l'eau ne paraît avoir aucun mouvement.

Si le lit d'une rivière n'opposait aucune résistance au courant de l'eau, et si la fluidité du liquide était parfaite, la vitesse de ce courant s'accélèrerait de plus en plus, et acquerrait bientôt une force excessive à laquelle rien ne pourrait résister. Mais le frottement qui a lieu contre le lit de la rivière, et qui, par l'effet de l'adhésion, se communique à toute la masse du liquide, produit une résistance qui augmente dans un certain rapport avec la vitesse. Ce rapport est à peu près celui des carrés : d'où il suit que la résistance devenant bientôt égale à la force accélératrice, la vitesse doit bientôt aussi devenir uniforme, et qu'alors il est tout-à-fait impossible qu'elle augmente ou qu'elle diminue, à moins qu'il n'arrive un changement dans la pente ou dans les dimensions du lit de la rivière.

De là résulte ce second principe, que, quand une rivière se meut avec une vitesse uniforme, la résistance est égale à la force accélératrice.

Il est évident que, pour les tubes ouverts dans le sens de leur longueur, ou les fleuves, la plus grande vitesse de l'eau est sur la ligne milieu de leur surface supérieure, et que, dans les tubes fermés, cette plus grande vitesse est à l'axe des tubes : c'est une conséquence obligée de ce que

ces lignes sont les plus éloignées de ce qui produit la résistance. Il suit de là que, si, dans l'estimation de la force d'un courant, ou de la quantité d'eau qu'il fournit, on prenait cette plus grande vitesse pour celle de tout le courant, on arriverait à des résultats trop forts. Le point où se trouve la vitesse moyenne dépend de beaucoup de circonstances locales qui ne sont pas encore déterminées d'une manière précise; mais, par une série d'expériences très-ingénieuses, entreprises par le chevalier Dubuat (1), il a découvert les lois suivantes (tom. 1, pag. 91):

1° Pour les vitesses très-faibles, la vitesse de la surface surpasse de beaucoup celle du fond.

2° La différence diminue à mesure que la vitesse du courant augmente, et pour de grandes

(1) La vitesse de l'eau, au fond du courant, fut déterminée par une suite d'expériences très-délicates, faites avec des petites sphères de différentes substances, dont la pesanteur spécifique approchait beaucoup de celle de l'eau. Ces globules roulaient sur le fond bien uni d'un canal factice, avec une vitesse qui était à très-peu près celle du liquide. On trouva ainsi, que la différence entre les vitesses du fond et de la surface supérieure, était proportionnelle à la racine carrée de cette dernière vitesse. Pour connaître la vitesse moyenne, on mesura la dépense du canal dans un temps donné, et l'on divisa cette dépense par l'aire de la section du canal; on arriva de cette manière à ce résultat, que la vitesse moyenne d'un courant est moyenne arithmétique entre les vitesses du fond et de la surface, mesurées toutes deux dans la section verticale passant par l'axe du canal.

vitesses, cette différence disparaît presque entièrement.

3° La grandeur du lit et la pente de la rivière, ne changent nullement le rapport entre la vitesse de la surface et celle du fond, pourvu toutefois que la vitesse moyenne demeure la même.

4° Lorsque la vitesse à la surface est constante, celle du fond est constante aussi, quelle que soit d'ailleurs la profondeur et la largeur du courant.

La vitesse moyenne est moyenne arithmétique entre la vitesse de la surface et celle du fond; mais il est très-difficile d'estimer cette dernière par l'expérience : son rapport avec la vitesse à la surface est d'autant plus faible, que la vitesse moyenne est plus grande. M. Dubuat a cherché, par beaucoup d'expériences, la loi suivant laquelle ce rapport variait, et il est arrivé à la règle suivante, pour trouver la vitesse au fond et la vitesse moyenne, quand on connaît la vitesse à la surface.

Règle. — Si l'on extrait la racine carrée de la vitesse à la surface exprimée en pouces, et que de cette racine on retranche une unité, le reste élevé au carré sera la valeur de la vitesse au fond du lit. Ainsi, par exemple, si la vitesse au milieu de la surface est de 25 pouces par seconde, $(\sqrt{25}-1)^2 = 16$ sera la vitesse au fond du courant, et la vitesse moyenne, d'après ce que nous

avons dit, sera égale à $\frac{25 + 16}{2}$, c'est-à-dire à 20 pouces $\frac{1}{2}$.

Cette règle est très-importante : en effet, la vitesse à la surface se mesure facilement, mais il n'en est pas de même de la vitesse au fond du lit ; il est donc avantageux de pouvoir conclure l'une de l'autre, et de pouvoir, par conséquent, déduire de la seule estimation de la vitesse à la surface, la vitesse moyenne d'après laquelle on doit calculer la dépense, la force et tous les effets d'un courant.

Avant que je m'occupasse de ces recherches, étant déjà convaincu de l'inexactitude du principe sur lequel repose la théorie de Gulielmini, je fis plusieurs expériences pour déterminer la vitesse moyenne d'un courant d'eau.

Pour y parvenir, j'eus recours au procédé suivant, qui me paraît extrêmement simple.

Je prenais une baguette bien droite, et de grosseur uniforme dans toute sa longueur, qui était à peu près égale à la profondeur du courant : un petit morceau de plomb de même diamètre que la baguette était fixé à l'une de ses extrémités, pour la faire enfoncer verticalement dans l'eau ; il est évident que la vitesse de la baguette était égale à la vitesse moyenne du courant, puisqu'elle était le résultat de toutes les vitesses qui avaient lieu depuis le fond de l'eau jusqu'à la surface.

De la figure du lit des fleuves; formation et nature de leurs sinuosités.

La largeur d'un courant étant donnée, ainsi que l'aire de la section faite perpendiculairement au fil de l'eau, il est évident que la résistance opposée par le lit de la rivière sera la plus petite possible, si le contour de cette section est un demi-cercle; puisque, à périmètre égal, le cercle est la figure qui renferme le plus grand espace. Si la vitesse du courant, la pente et la surface des sections transversales demeurent les mêmes, les résistances opposées par le lit augmenteront proportionnellement aux périmètres des sections. En divisant la surface de l'une de ces sections transversales par son contour, on a ce que M. Dubuat nomme *le rayon moyen*; d'où il résulte que, plus le contour est petit, plus le rayon moyen est grand; et que, plus ce rayon moyen augmente, plus la résistance diminue ; ce que l'on exprime en disant qu'*elle est en raison inverse du rayon moyen* (1).

---

(1) M. Dubuat (tom. 1er, pag. 63) donne la formule suivante pour trouver la vitesse moyenne d'un courant d'eau :

$$V = \frac{297(\sqrt{r} - 0.1)}{\sqrt{b} - \text{log. hyperb.} \sqrt{b + 1.6}} - 0.3(\sqrt{r} - 0.1)$$

Dans cette formule, V représente la vitesse moyenne, par seconde de temps, exprimée en pouces.

r est le rayon moyen, c'est-à-dire le quotient de la surface

De tous les polygones réguliers comprenant la même surface, celui qui a le plus grand nombre

---

de la section transversale exprimée en pouces carrés, divisée par le périmètre de cette section exprimé en pouces linéaires.

b est la distance horizontale qui correspond à un pouce d'abaissement de la surface de l'eau; autrement c'est un des côtés d'un triangle rectangle dont l'hypothénuse serait la surface de l'eau, et dont le petit côté serait un pouce. La fraction $\frac{1}{b}$ indique donc la pente de la rivière, et si cette pente est d'un pouce pour mille pouces, par exemple, on aura $b = 1000$.

Si g est la vitesse acquise au bout de la première seconde de temps, par un corps qui tombe librement, le mouvement de l'eau étant supposé uniforme, $g \times \frac{1}{b}$ sera l'expression de la force accélératrice correspondante à la pente $\frac{1}{b}$, puisque cette force est toujours représentée par la vitesse qu'elle imprimerait pendant une seconde.

La résistance étant proportionnelle au carré de la vitesse du courant, nous pouvons l'exprimer par $\frac{V^2}{m}$, m étant une fonction de r ou du rayon moyen, fonction qu'on détermine par l'expérience. Nous aurons donc $\frac{V^2}{m}$ (ou la résistance) $= \frac{g}{b}$ (ou la force accélératrice), d'où $V = \frac{\sqrt{m g}}{\sqrt{b}}$, équation fondamentale de la théorie de M. Dubuat.

D'après un grand nombre d'expériences faites avec des tuyaux de différens diamètres, le chevalier Dubuat a trouvé que la valeur moyenne de m était $243.7 (\sqrt{r} - 0.1)^2$, ce

de côtés, s'approchant le plus d'une circonférence de cercle, a, par cette raison, le périmètre le plus petit et le rayon moyen le plus grand. La même

---

qui se réduit à $m = 243.7 \times r$, en négligeant la fraction 0.1 : et comme g est égal à 362 pouces, nous aurons $mg = 243.7 \times 362 \times r$, ce qui transforme l'équation $V = \frac{\sqrt{mg}}{\sqrt{b}}$ en celle-ci $V = \frac{297 \sqrt{r}}{\sqrt{b}}$.

(*Pour appliquer cette équation aux mesures métriques, il faudrait à la place de* 362 *pouces, mettre pour* g 9.m803, et *l'on aurait* $V = \frac{\sqrt{243.7 \times r \times 9.803}}{\sqrt{b}} = 48.^{m}88 \frac{\sqrt{r}}{\sqrt{b}}$, *expression dans laquelle en mettant pour* b *et* r *des valeurs en mètres*, V *sera lui-même donné en mètres.*) (*Note du traducteur.*)

M. Dubuat a eu égard aux effets de la viscosité de l'eau et du frottement des molécules du liquide les unes sur les autres : c'est la considération de ces différens effets qui l'a conduit à l'équation générale

$$V = \frac{297 (\sqrt{r} - 0.1)}{\sqrt{b} - \text{log. hyperb} \sqrt{b + 1.6}} - 0.3 (\sqrt{r} - 0.1) \quad . \; . \; (A)$$

Mais il est curieux de remarquer que, si l'on compare les vitesses moyennes fournies par cette équation, aux vitesses fournies par l'équation $V = \frac{\sqrt{mg}}{\sqrt{b}} \ldots$ (B), on verra que, pour la rivière de la Hayne, ces dernières approchent beaucoup plus des résultats donnés par l'expérience. (*Voyez* Principes d'hydraulique, pag. 77.) Ainsi, dans la table ci-après, les vitesses moyennes trouvées par l'expérience sont dans la première colonne ; les vitesses moyennes calculées d'après l'équation (A), sont dans la seconde colonne, et les

loi qui se rencontre dans les polygones entiers, se retrouve dans leurs moitiés, et par conséquent le rayon moyen d'un lit trapézoïdal régulier,

---

vitesses moyennes calculées d'après l'équation (B), sont dans la troisième colonne.

1.	2.	3.
pouces. 35 . 11	pouces. 27 . 62	pouces. 28 . 00
31 . 77	28 . 76	29 . 80
13 . 61	10 . 08	12 . 07
15 . 96	10 . 53	12 . 70

En adoptant l'équation $V = \frac{297\sqrt{r}}{\sqrt{b}}$, nous aurons l'avantage de pouvoir connaître très-facilement une quelconque des trois quantités V, r ou b, quand nous connaîtrons les deux autres; ainsi faisant $297 = a$, nous aurons l'équation $r = \frac{V^2 b}{a^2}$, qui donne r par V et b, et l'équation $b = \frac{a^2 r}{V^2}$, qui donne b par V et r.

Les voyageurs qui explorent des pays peu connus, et qui n'ont point de baromètre avec eux, peuvent, au moyen de ces formules, déterminer la pente des fleuves, en mesurant, à différens points de leurs cours, la vitesse de l'eau, la largeur et la profondeur du lit. Ces observations étant suffisamment multipliées et soigneusement notées, fournissent les

moitié d'un hexagone régulier, est plus grand que le rayon moyen de la moitié d'un pentagone, ou de la moitié d'un carré (un rectangle) ayant même surface.

Des sections de figure rectangulaire, ne peuvent exister que dans le cas où le bord du lit des rivières est revêtu en maçonnerie, ou soutenu par d'autres moyens artificiels: les rivières rapides, dans les parties où elles coulent en ligne droite et sur un fond de nature homogène, ont généralement leurs lits disposés en trapèzes, par suite de l'action de l'eau sur les bords.

Les talus d'un lit qui aurait pour section la moitié d'un hexagone régulier, seraient trop roides pour qu'une terre, d'une ténacité ordinaire, pût conserver cette forme et résister à l'action du courant. Le bord des rivières affecte généralement une pente dont la base est de un et un tiers, la hauteur étant un. Une pente de 45° est encore trop roide, et l'eau l'adoucit promptement.

Les dimensions du lit trapézoïdal qui aurait le plus petit périmètre possible, et dont les talus latéraux auraient d'ailleurs l'inclinaison que nous venons d'indiquer, peuvent se déterminer de la manière suivante :

---

données nécessaires pour rédiger ensuite un nivellement; elles font connaître, à défaut d'observations barométriques, le plus ou moins d'élévation des pays où les rivières ont leurs sources.

Soient AB et EC (*fig.* 6) les talus du lit de la rivière dont la section transversale serait ABEC: par supposition, les hauteurs AH et CG sont les trois quarts des bases HB et EG; faisant donc AH=CG=3, nous aurons HB=EG=4 et AB=CE=5. Par les milieux de AB et CE menons les verticales FD et KI: le rectangle FDIK aura même surface que le trapèze ABEC, et de plus les périmètres de ces figures seront égaux, car nous avons AB=FD+DB: or, de tous les rectangles ayant même surface, celui dont les côtés sont égaux, a le plus petit périmètre; et, puisque le rapport qui existe entre les périmètres des polygones entiers se retrouve, comme nous avons dit, pour les périmètres de leurs moitiés, nous concluons que la somme des trois côtés FD, DI et IK sera un minimum, si la figure FDIK est la moitié d'un carré, c'est-à-dire si la hauteur FD est la moitié de la longueur DI. D'où l'on voit qu'étant donné un rectangle FDIK dont la base est double de la hauteur, si l'on construit avec ce rectangle la figure ABEC, dont les talus soient inclinés comme nous l'avons indiqué, on obtiendra la section trapézoïdale qui, comparativement à toutes les autres sections trapézoïdales de même surface et de même inclinaison sur les bords, aura le plus grand rayon moyen, et par conséquent occasionera la moindre résistance. D'où il résulte qu'un lit de figure trapézoïdale, dans lequel la largeur au fond est les deux tiers

de la hauteur de l'eau, et dont les talus ont 4 de base sur 3 de hauteur, est, de tous les lits trapézoïdaux de même surface et de même inclinaison pour les talus, celui qui donne lieu à la plus grande vitesse du courant quand la pente est constante, ou qui exige le moins de pente pour une vitesse donnée. Et l'on trouve en effet que, dans les terrains dont la consistance est à peu près uniforme, les torrens se creusent des lits dont la figure se rapproche beaucoup de celle que nous venons d'indiquer.

Quand une rivière coule sur un terrain dont la ténacité est assez grande pour résister à l'action du courant, on dit que le lit de cette rivière est en état de stabilité. Mais, si la résistance du sol n'est pas en rapport convenable avec la vitesse de l'eau, il s'opère dans le lit de la rivière des modifications continuelles, dont l'effet est de changer la vitesse du courant et la forme de ses sections transversales.

Les différentes substances qui tapissent le lit d'un fleuve, présentent à l'action du courant une résistance qui dépend de leur volume, de leur figure et de leur poids : une substance ayant la même pesanteur spécifique que l'eau, se mouvra avec elle ; une substance plus lourde descendra au fond, et y demeurera tant que le frottement ne sera pas vaincu par la force du courant ; un corps très-petit, quoique spécifiquement plus lourd que l'eau, cèdera cependant à la moindre

impulsion ; enfin, un corps arrondi sera plus facilement entraîné par le courant, qu'un autre corps d'une forme anguleuse et irrégulière.

Le chevalier Dubuat a trouvé, par expérience (1), que les plus grandes vitesses auxquelles pouvaient résister, sans être entraînées, les diverses substances indiquées ci-dessous, étaient :

	Vitesse au fond du lit.
Sable fin.	6 pouces par seconde,
Gros sable jaune, irrégulier et raboteux	8
Petit gravier, gros comme des graines d'anis.	4
Gravier moyen, gros comme des pois.	7
Gravier gros comme des fèves de marais	12
Galet de mer, d'un pouce de diamètre	24
Pierre à fusil, anguleuse, de la grosseur d'un œuf de poule. . .	36 pouces.

Ces résultats font connaître quelles sont les vitesses que l'eau doit avoir dans un canal d'une forme quelconque, pour creuser son lit ou le débarrasser des dépôts formés par les différentes matières indiquées ci-dessus. Sous le point de vue militaire, il peut être de quelque utilité de remarquer, que ces mêmes résultats fournissent des

---

(1) Tom. 2, page 94.

données précieuses, d'après lesquelles nous pouvons juger de la consistance du lit d'un fleuve et de la vitesse de l'eau au fond de ce lit, vitesse qu'il n'est pas toujours possible de déterminer par l'expérience, soit que l'on prenne plusieurs mesures de la vitesse à la surface, et que, d'après la règle indiquée à la page 16, on veuille en conclure la vitesse du fond, soit qu'on se serve, comme je l'ai dit, d'une petite baguette, pour trouver la vitesse moyenne. La table rapportée ci-dessus, peut nous servir aussi à préjuger l'effet que produira une diminution de vitesse en comblant le lit d'un fleuve, ou l'effet que produira une augmentation de vitesse en entraînant les bancs formés par les matières déposées au fond du lit. Après une grande crue, une rivière devient quelquefois guéable au même endroit où elle était trop bourbeuse pour qu'on pût essayer de la passer; et réciproquement, une diminution de vitesse peut occasioner des dépôts de vase et d'argile, dans des parties du lit qui étaient nettes et sablonneuses auparavant.

Nous avons déjà fait remarquer, que la figure du lit d'un fleuve ne pouvait pas être rectangulaire, parce qu'il était impossible que la terre se soutînt verticalement. La forme trapézoïdale est plus en rapport avec la nature de la terre, mais cette forme est presque toujours altérée, attendu qu'il arrive bien rarement que les rivières coulent en ligne droite. La figure semi-circulaire ne

peut pas exister non plus, à cause de la roideur de ses extrémités.

Dans les portions en ligne droite du cours d'une rivière dont la vitesse n'est pas très-considérable, la section transversale est, généralement, une courbe qui s'abaisse au milieu du lit, et se relève graduellement en approchant des extrémités. La roideur des bords dépend de la vitesse du courant et de la ténacité du sol.

Si l'on creusait à un fleuve un lit dont le profil fût la démi-circonférence B C D (*fig.* 7), la vitesse en C serait à la vitesse en A dans un rapport déterminé par la vitesse à la surface (1), et sur tous les points de la circonférence BCD la vitesse serait la même ; mais les bords étant trop roides auprès des points B et D pour résister à l'action du courant, prendraient bientôt une autre inclinaison, et les vitesses contre les parois du lit iraient en diminuant de C en E, à mesure que le talus s'adoucirait : cette diminution continuerait jusqu'à ce que la courbure de la section fût dans le rapport voulu par la nature du sol et la rapidité du courant; et ce rapport une fois établi, la vitesse de l'eau et la forme de la section n'éprouveraient aucun changement, aussi long-temps que le fleuve lui-même n'éprouverait aucune altération. En effet, les particules du

(1) Page 15, 1° et 2°.

terrain qui sont situées en C, c'est-à-dire sur la portion horizontale de la courbe de profil, doivent à la vérité résister à une plus grande vitesse que les particules situées en E, sur la portion inclinée; mais aussi elles sont moins facilement entraînées que ces dernières, qui, par suite de leur position sur un talus plus ou moins roide, sont plus aisément détachées par l'action du courant, et précipitées au fond du lit, ou charriées avec la masse du liquide. D'où nous pouvons conclure que le lit d'une rivière ne peut être stable, qu'autant que pour chaque point de la courbe de section, l'inclinaison est proportionnée à la résistance du terrain et à la vitesse du courant.

Si le lit de la rivière n'est pas de nature homogène, et si, par exemple, il résiste moins en E qu'aux autres points de la section, la vitesse du courant dépassant la force de ténacité du terrain, creusera le lit près du point E, et lui donnera la nouvelle courbure CHF, en entraînant une partie des terres qui formaient le premier lit. La plus grande profondeur de l'eau ne se trouvant plus au milieu de la section, et étant transportée du côté où le lit présente le moins de résistance, l'action principale du courant ne sera plus dirigée parallèlement au bord de la rivière : de même qu'il arrive pour tous les autres corps en mouvement, le courant persévèrera dans cette nouvelle direction, et, venant à rencontrer le bord vers lequel il est dirigé, le minera successive-

ment, en augmentant de plus en plus la profondeur de l'eau de ce côté. Cette altération apportée dans la section transversale, occasione, avec le temps, un changement dans le cours de la rivière; car l'action moyenne du courant ne se trouvant plus dirigée en ligne droite, le filet central NV (*fig.* 8), qui est animé de la plus grande vitesse, viendra frapper le bord en E, et se réfléchira suivant EP, faisant l'angle de réflexion GEP égal à l'angle d'incidence VEF; le filet EP se réfléchira de nouveau en P; et ces réflexions successives produiront autant d'irrégularités dans le cours de la rivière.

Si, dans un coude déjà formé, la partie située au-dessous du point E (*fig.* 9) n'est point parallèle à la nouvelle direction ES du filet principal, mais si elle a le tracé HTWI, par exemple, ce filet, après avoir rencontré le bord au point S, se relèvera de nouveau, suivant la direction ST, et ainsi de suite. On voit donc, que les portions curvilignes du lit d'un fleuve, ne seront dans un état de stabilité qu'autant que les rives, au-dessus et au-dessous du coude, formeront des angles égaux avec la tangente menée par le point vers lequel se dirige le filet principal.

Mais, sans nous occuper ici de la recherche des causes qui ont pu amener les rivières à l'état de stabilité plus ou moins complète où nous les voyons aujourd'hui, examinons-les dans cet état, et cherchons à tirer des particularités

qu'elles nous présentent, toutes les conséquences qui peuvent intéresser les opérations militaires.

Les débris détachés du bord au point E (*fig.* 9 et 10) seront entraînés par le courant, et charriés vers la partie convexe du bord opposé; mais l'eau perdant de sa vitesse à mesure qu'elle approche de ce bord, y déposera continuellement les matières qu'elle tenait en suspension (1), et à la longue, il se formera un banc sur la rive vers laquelle le courant a été réfléchi. Voilà pourquoi, dans toutes leurs sinuosités, les rivières sont constamment peu profondes près des parties convexes M ou R, tandis qu'elles ont au contraire beaucoup de profondeur près des rentrans E et O. Cette différence de profondeur devient d'autant plus sensible, que les coudes se prononcent d'avantage; et l'on peut remarquer que, dans toutes les sinuosités, le terrain qui avoisine la rive convexe est bas et marécageux, étant principalement composé des débris détachés du bord qui cède à l'action du courant.

Si ce courant, après avoir été réfléchi au point E (*fig.* 9), vient à rencontrer la rive droite IKO en O, l'endroit le plus profond de la section OR sera du côté de la rive droite, et l'eau près de la

(1) Les fleuves qui charrient des paillettes d'or les déposent toujours près des parties convexes de leurs rives, et c'est là seulement qu'on les recherche et qu'on les rencontre. (*Note du traducteur.*)

rive opposée n'aura que peu de profondeur. De façon que la vitesse et la profondeur de l'eau peuvent être réprésentées par l'intensité des lignes ponctuées de la figure 9; et dans toute la longueur de son cours, une rivière présente cet effet général, que la partie où le courant aura le plus de profondeur et le plus de rapidité, sera constamment du côté du lit où la rive forme une concavité, et que généralement aussi cette rive sera plus ou moins abrupte. (*Voyez les sections* 2 *et* 3, *fig.* 9.)

Les sinuosités du lit d'une rivière occasionant toujours des irrégularités dans les sections transversales, il s'ensuit qu'une rivière doit plus rarement offrir des gués dans les portions tortueuses de son cours que dans les portions en ligne droite, et que, dans ces dernières, le fond est toujours plus solide que dans les coudes. Ainsi la fig. 11 représentant la coupe transversale d'une rivière en ligne droite, si nous admettons que la profondeur PR de l'eau, à peu près uniforme de C en D, soit précisément la limite de la hauteur d'eau que l'on peut passer à gué (1), il est clair que la

---

(1) Cette limite n'est pas la même pour l'infanterie, la cavalerie et les caissons de munitions. Voici ce qu'indique, à ce sujet, le sommaire des leçons faites sur les ponts militaires à l'Ecole d'Artillerie et du Génie : « Pour qu'un gué soit praticable à l'infanterie, il faut que sa profondeur n'excède pas trois pieds : la cavalerie peut y passer à quatre pieds de pro-

même rivière ne sera plus guéable dans les parties tortueuses, et que A B F H (*fig.* 12) étant une section faite à l'un de ses coudes, comme la hauteur d'eau de A en B sera moindre que dans la fig. 11, il y aura près de la partie concave de la rive, une hauteur d'eau EF, qui sera plus grande que P R.

Il arrive quelquefois que des rivières qui ne sont pas guéables dans une direction perpendi-

---

fondeur ; mais, pour les caissons de munitions, il faut que le gué n'ait pas plus de deux pieds de hauteur d'eau, sans quoi les cartouches risquent d'être mouillées; enfin, il faut que le fond de la rivière ne soit ni vaseux ni obstrué de grosses pierres, et qu'il soit de gravier solide pour le passage des pièces de gros calibre. »

Les gués, dans les pays montueux, sont souvent embarrassés de grosses pierres; ils sont incommodes pour les chevaux, et impraticables pour des voitures. Les gués dont le fond est de gravier sont les meilleurs : tels sont presque toujours ceux des pays de plaines cultivées. Dans les pays de sable et de bruyères, le fond est ordinairement un sable mouvant ou un gravier fin : ce fond est dangereux, parce que, si on y fait passer une grande quantité de chevaux, le sable se délaie, l'eau l'entraîne, le gué se creuse, et les derniers passent à la nage. (*Aide-Mémoire à l'usage des officiers d'artillerie de France*, page 1153, cinquième édition.)

La meilleure façon pour assurer un gué, est de mettre deux rangs de piquets sur les extrémités de la largeur du gué, en laissant une distance convenable entre ces piquets, et d'y faire passer un cordage de l'un à l'autre, en guise de gardefou. *Aide-Mémoire*, page 1154. (*Notes du traducteur.*)

culaire à leurs rives, offrent cependant, entre deux coudes, et en suivant une direction oblique, un gué que l'on ne soupçonnait pas d'abord. Lorsqu'on s'occupe du passage d'une rivière dont la grandeur fait mettre en doute la possibilité de rencontrer un gué, les essais doivent se faire entre deux sinuosités assez rapprochées l'une de l'autre : il faut partir d'un point I (*fig.* 9); où le bord est peu incliné, et de ce point, suivant la droite + + +, se diriger vers un autre point qui se trouve, à peu près, à égale distance du coude R et du point H, à partir duquel le courant commence à s'éloigner de la rive opposée (1). De cette manière, on ira d'un bord à l'autre, en évitant de rencontrer les endroits où l'eau a le plus de profondeur; et j'ai souvent observé qu'on pouvait, ainsi, passer à gué des rivières qui n'auraient jamais été guéables dans une direction perpendiculaire aux rives. C'est en profitant de cette remarque que, dans la campagne de 1812, l'armée d'Espagne dans laquelle je servais, traversa l'Esla sans perte et sans difficulté. Le même moyen me servit pour

(1) Le moyen le plus sûr de reconnaître les gués, est de descendre une rivière dans une nacelle, à laquelle on attache une sonde, qui est arrêtée par un cordage, et que l'on met de trois pieds dans l'eau : la sonde vous avertit des gués par le mouvement qu'elle fait quand elle touche le fond. Vous reconnaissez alors la longueur, la largeur, la qualité, etc., du gué. *Aide-Mémoire*, pag. 1154. (*Note du traducteur.*)

passer le Duero près de Zamora, et pour trouver des gués à plusieurs autres rivières considérables.

Les passages de rivières s'effectuent le plus ordinairement dans les parties rentrantes de leurs cours (1), à cause de la protection que les têtes de pont retirent alors de la nature de la rive qui, par suite de sa courbure, embrasse, pour ainsi dire, les ouvrages établis sur le bord opposé, et appuie les flancs des troupes qui se forment en bataille après avoir passé la rivière. Ces avantages sont d'autant plus marqués, que le rentrant de la rivière est lui-même plus fortement prononcé. Cependant, sous le rapport de la facilité d'établir et de conserver un pont, les parties rentrantes ne sont pas toujours à préférer : le courant, en effet, y étant très-irrégulier, agit contre les bateaux, ou les pontons, avec une violence à laquelle ils ne peuvent que bien difficilement résister si la rivière est un peu rapide. Il faut remarquer, en outre, qu'il est très-important que les abords d'un pont soient fermes et point trop bas, et qu'il y ait assez d'eau près des rives pour

(1) Les convexités d'une grande étendue, sont plus favorables que les rentrants, pour tenter le passage d'une rivière ou pour s'opposer à cette tentative, parce que, dans l'un et l'autre cas, il y a moins de chemin à faire pour se porter en force sur un point quelconque de la rivière, et qu'il est par conséquent plus facile d'y prévenir l'ennemi. (*Note du traducteur.*)

que les bateaux ou pontons puissent être constamment à flot, de manière qu'on ne soit pas obligé de battre des pilotis, ou d'employer des chevalets pour compléter le pont. La profondeur de l'eau doit même être un peu plus grande que ce qui est absolument nécessaire pour faire flotter les pontons non chargés, afin qu'ils ne touchent pas le sol, lorsqu'ils viendront à s'enfoncer sous le poids des hommes ou des chevaux qui passent sur le pont, et qu'ils puissent encore être à flot dans le cas où la rivière baisserait subitement. Or, il est évident par la nature des sections 2 et 3 (*fig.* 9), que les avantages dont nous venons de parler ne se rencontrent pas toujours dans les portions curvilignes du cours d'une rivière. Près de la partie convexe de la rive, c'est-à-dire de A en B (*fig.* 12), la pente du bord de la rivière sera généralement foible, le terrain manquera de solidité, et la rive s'élèvera très-peu au-dessus de la surface de l'eau. Il en résulte, à la vérité, cet avantage que, dans le cas d'un passage de vive force, ou lorsqu'il s'agit de la défense d'une tête de pont, la rive ennemie se trouve commandée par la rive amie; mais cet avantage est bien balancé par l'inconvénient d'avoir un pont dont la longueur ne peut être que très-variable, attendu qu'une petite différence produite dans la hauteur de l'eau par l'effet d'une crue ou d'une sécheresse, occasionera un très-grand changement dans la largeur de la rivière : dans le premier cas, en effet, si le niveau

de l'eau vient à s'élever de la quantité AC seulement *(fig. 12)*, la largeur de la rivière sera augmentée de toute la quantité CD, par suite du peu d'inclinaison de la rive; et si, comme cela se fait souvent, on a construit une digue CCC *(fig. 10)*, pour garantir la partie basse AAA (et ce sont presque toujours les portions convexes qui exigent des digues), tout l'espace renfermé dans la courbe CCC sera inondé si l'eau vient à surmonter la digue. Si, au contraire, le niveau de l'eau s'abaisse seulement de la quantité *ef* *(fig. 12)*, quelques-uns des pontons compris entre le point A et le point *e* toucheront le sol, et le pont courra risque d'être rompu. Enfin, dans l'état ordinaire de la rivière, le fond, près de la partie DAB, a généralement trop peu de solidité pour qu'on puisse y établir des chevalets, et en même temps la hauteur de l'eau est insuffisante pour faire flotter des pontons ou des bateaux qui sont cependant, pour le rappeler ici, le meilleur moyen que l'on puisse employer pour jeter des ponts sur les rivières tranquilles, dont le fond manque de solidité, pourvu toutefois qu'il y ait assez de profondeur d'eau pour tenir ces bateaux ou pontons constamment à flot.

Les portions en ligne droite, sont celles où la largeur de la rivière varie le moins sensiblement par l'effet des crues ou des sécheresses ; on y rencontre moins de vase et de dépots que partout ailleurs. Elles présentent par conséquent les posi-

tions les plus avantageuses pour établir des ponts de communication, lorsque ceux-ci n'ont pas un rapport immédiat avec des opérations offensives ou défensives.

Bien que nous ayons dit qu'il y a toujours une profondeur d'eau plus grande dans les parties courbes que dans les parties en ligne droite, et que, quand il s'agit d'une rivière un peu considérable, il n'y a guère à espérer de rencontrer un gué près des premières; cependant, dans certaines circonstances, et sous le rapport des moyens qu'on peut avoir à sa disposition, un coude est quelquefois l'endroit qui présente le plus de facilité pour effectuer le passage d'une rivière. En effet, supposons que, dans la section transversale ACDB (*fig.* 11), faite sur une portion en ligne droite, la profondeur de l'eau soit à peu près uniforme dans toute la largeur du lit, et égale à six pieds; dans la section AB FH (*fig.* 12) faite sur un coude, si la largeur de la rivière est sensiblement la même, il y aura nécessairement dans quelques endroits une profondeur d'eau moindre que dans la figure 11; puisque, comme nous l'avons dit, la plus grande profondeur EF de ABFH, surpasse la profondeur uniforme PR de ACDB. Admettons que EF soit égal à dix pieds: la rivière sera probablement guéable depuis le point A jusqu'à un certain point B, et avec le secours des moyens dont nous parlerons tout à l'heure, on parviendra à passer la partie restante

GH; mais cette largeur GH sera beaucoup moindre que la largeur non guéable AB de la figure 11.

La connaissance de la direction du courant principal, et du point où il agit avec le plus de force, est une chose très-importante pour tous ceux qui sont chargés de la construction de ponts militaires ou de passages de fleuves exécutés avec le secours des procédés en usage à la guerre. Le pont volant, par exemple, qui se meut d'un bord à l'autre par suite de l'obliquité avec laquelle l'eau vient le frapper, ne peut convenir que dans les points où le courant est constant et assuré; une eau tranquille et les remoux qui se rencontrent toujours aux coudes des rivières altéreraient ou détruiraient même son mouvement. Nous ferons voir dans la suite, que l'emploi des différentes espèces de ponts, leur construction, leurs moyens de stabilité, enfin tous les divers procédés auxquels on peut avoir recours pour passer une rivière, sont, sinon impérativement commandés, au moins considérablement modifiés par la forme de la section transversale, le lieu du courant, sa rapidité, et toutes les autres circonstances locales de la rivière au point fixé pour effectuer le passage.

SECTION DEUXIÈME.

Ponts de Pontons (1).

Le poids ou la charge que supporte un corps flottant sur l'eau, est égal au poids du volume d'eau déplacé par la partie immergée, diminué du poids du corps lui-même.

Par conséquent, pour connaître le poids que supporte un ponton enfoncé dans l'eau d'une quantité donnée, il faut mesurer le volume de la partie du ponton qui se trouve au-dessous de la surface du liquide, et prendre la différence entre le poids d'un pareil volume d'eau et le poids du ponton.

Dans la construction de cette espèce de bateaux portatifs, dont les armées se munissent gé-

(1) Il paraît que les Hollandais furent les premiers qui firent usage des pontons de fer-blanc que les Français adoptèrent ensuite, en leur faisant subir quelques modifications. En 1672, Louis XIV fit jeter à Tollhuis un pont de pontons en cuivre; un autre pont semblable fut aussi établi à Arnheim. (*Versuch eines Handbuches der Pontonnier-Wissenschaften.* Hoyer. 1[re] *band*, *seite* 15.) Ces premiers pontons français avaient 17 pieds 6 pouces (5.^{m}68) de longueur, 5 pieds 2 pouces (1.^{m}68) de largeur, et 2 pieds (0.^{m}65) de profondeur. (*Note du traducteur.*)

néralement pour pouvoir sur-le-champ jeter des ponts provisoires, le but qu'on doit surtout chercher à atteindre, c'est de déplacer un grand volume d'eau avec des corps aussi légers que possible. On satisfait ainsi à la condition d'avoir des pontons très-portatifs, et qui cependant flottent encore sous des charges considérables.

Un ponton *(planche 2e)* est composé d'un cadre ou squelette de bois léger, recouvert intérieurement et extérieurement de feuilles de fer-blanc soudées ensemble (1).

On se sert dans l'armée anglaise de deux espèces de pontons qui ont les dimensions suivantes.

---

(1) En France, on se sert de feuilles de cuivre; mais le fer étamé est préférable: on le répare facilement, il coûte moins, et présente beaucoup plus de solidité que les feuilles de cuivre de même épaisseur (*).

(*) *Malgré la préférence que l'auteur paraît donner ici aux pontons de fer-blanc, nous pouvons assurer que l'on renonce à en faire usage dans les armées anglaises, et que tous les pontons récemment construits sont en feuilles de cuivre. Les anciens pontons de fer-blanc sont peints en rouge: la peinture, dont l'objet est de les garantir de la rouille, demande à être renouvelée souvent, et cette précaution, qui entraîne des frais, n'est pas toujours suffisante.*

« *Un autre inconvénient des pontons en fer-blanc, est qu'on* » *ne peut les employer dans les rivières où le flux amène de* » *l'eau salée, sans qu'ils ne soient promptement détruits.* » Voyages dans la Grande-Bretagne, *par Ch. Dupin*, 1re *partie*, *tom.* 2, *pag.* 265. (*Notes du trad.*)

Dimensions et poids des pontons de fer-blanc.

		GRANDS PONTONS.			PETITS PONTONS.		
		pi. (1)	po.	mètres.	pi.	po.	mètres.
Dimensions prises extérieurement. (3)	Longueur en haut.	21	1	6 . 428	16	10	5 . 132
	Longueur en bas.	16	8	5 . 082	13	4	4 . 065
	Largeur.	4	10	1 . 474	4	0	1 . 220
	Profondeur	2	3 ½	0 . 699	2	0	0 . 610
		livres (2)		kilog.	livres.		kilog.
Poids . . .	du ponton	1060		473.82	772		345.08
	des agrès	1437 ½		642.56	954		426.44
	du haquet.	1435		641.45	1337		597.64
		livres.		kilog.	livres.		kilog.
Total. . .		3932 ½		1757.83	3063		1369.16

Chaque ponton est transporté sur une voiture

(1) Le pied anglais vaut 11 pouces 3 lig. et $\frac{16}{100}$ de ligne du pied de roi français, ou o.^{m}3048978.

(2) Les livres anglaises ou pounds, dont il est question ici, sont ce qu'on appelle livres de 112 au quintal : chacune d'elles vaut 913 millièmes de l'ancienne livre poids de marc de France, ce qui fait o kil. 4470374.

Les Anglais ont encore deux autres espèces de livres : la livre poids de roi, qui vaut 1382 millièmes de la livre poids de marc, ou o kil. 6764970, et la livre de troy, qui égale 763 millièmes de la livre poids de marc ou o kil. 3736689.

(3) Pour faciliter la comparaison entre les pontons anglais et celui dont on se servait en France, nous donnons ici les

ou haquet, qui sert aussi à transporter les agrès indiqués ci-dessous. (*Voy.* fig. 1re, pl. 2e.)

A, six madriers pour le tablier du pont. B, six poutrelles. C, une pièce de bois pour border le pont, et maintenir les madriers. Deux rames, une ancre, un grappin, une gaffe, quatre boulons avec clavettes pour les poutrelles, quatre bouts de bâtons pour serrer les cordes, quatre cordeaux, un câble, une cinquenelle, un croc, un maillet et quatre piquets.

Les poutrelles ont 22 pieds anglais 8 pouces (6 mèt. 910) de long, et 4 po. (0 mèt. 102) d'équarrissage (1).

---

dimensions de ce dernier, telles qu'elles sont indiquées à la page 1167 de l'*Aide-Mémoire*.

		pieds.	pouces.	mètres.
Dimensions du ponton français.	La plus grande largeur.	4	4 . . .	1.408
	La plus petite largeur .	4	2 . . .	1.353
	Profondeur.	2	4 . . .	0.758
	Longueur en haut . . .	18	0 . . .	5.847
	Longueur en bas	13	4 . . .	4.331

Le volume de ce ponton est de 155 pieds cubes et 6 pieds carrés pouces, ou 5 mèt. cub. 3271. Le volume du grand ponton anglais est de 5 mèt. cub. 9295, et celui du petit ponton de 3 mèt. cub. 4221.

Il entre dans la construction du ponton français environ 245 kil. de cuivre, 24 kil. 5 de clous, et 55 kil. de soudure. Il pèse 651 kil. 5. *Dictionnaire de l'Artillerie*, Cotty, 1822. (*Notes du traducteur.*)

(1) Lorsque les poutrelles ont plus de 5 à 6 pouces d'équarrissage, elles prennent le nom de *longerons*. Quelques per-

La pièce de bordage a 22 pi. (6 mèt. 708) de long, 1 pi. (0 mèt. 305) de large, et 1 po. $\frac{1}{2}$ (0 mèt. 038) d'épaisseur.

Les madriers ont 11 pi. 6 pouc. (3 mèt. 506) de long, 2 pi. 4 po. (0 mèt. 711) de large, et 1 po. $\frac{1}{2}$ (0 mèt. 038) d'épaisseur.

Le ponton est renversé sur son haquet; il recouvre les poutrelles, les madriers, la pièce de bordage, etc., comme l'indique la figure 1 (*planche* 2[e]).

Trouver la quantité dont s'enfoncera un ponton sous un poids donné.

Nommons n la longueur CD du ponton à sa base (*fig.* 6, *pl.* 2).

d la différence entre les longueurs du ponton à sa base et à son sommet, auquel cas $EA = \frac{d}{2}$.

p la profondeur du ponton ou CE.

l la largeur du ponton.

Enfin x la quantité dont le ponton s'enfoncera, et que nous supposerons être CI.

---

sonnes veulent, cependant, qu'on appelle en général poutrelles les pièces qui soutiennent les madriers dans les ponts de pontons, de bateaux, de radeaux et de chevalets, et qu'on réserve le nom de longerons pour les pièces analogues dans les ponts de pilotis. (*Note du traducteur.*)

Dans les grands pontons, $n = 5.^m 082$, $d = 1.^m 346$, $p = 0.^m 699$, et $l = 1.^m 474$.

Ainsi que l'indique la figure 6 (*pl.* 2), on a :

CE : EA :: CI : IG, ou $p : \frac{d}{2} :: x : \text{IG}$;

$$\text{d'où IG} = \frac{dx}{2p}.$$

On a de plus: $\text{CD} + \text{IG} = n + \frac{dx}{2p}$ = la moitié de la somme GH + CD;

$\left(n + \frac{dx}{2p}\right)x = nx + \frac{dx^2}{2p}$ = la surface du trapèze GHDC;

et enfin $\left(nx + \frac{dx^2}{2p}\right)l = lnx + \frac{dlx^2}{2p}$ = le volume de la partie immergée.

Si nous multiplions ce volume par le poids d'un mètre cube d'eau, c'est-à-dire, par 1000 kilogrammes, nous aurons le poids du volume d'eau déplacé à la profondeur x, et si nous appelons P ce poids, nous aurons :

$$\text{P} = 1000\left(lnx + \frac{dlx^2}{2p}\right)$$

Ordonnant par rapport à x, il vient,

$$x^2 + \frac{2pn}{d}x = \frac{p\text{P}}{500\,ld}$$

$$\text{d'où } x = -\frac{pn}{d} + \sqrt{\frac{p^2n^2}{d^2} + \frac{p\text{P}}{500\,ld}} \;\ldots\ldots\; \text{(A).}$$

Mettant pour d, l, n et p les valeurs numé-

riques indiquées plus haut, l'équation ci-dessus devient :

$$x = \sqrt{6.959044 + 0.0007046\,P} - 2.638,$$

équation dans laquelle P ne peut pas surpasser 5920 kilog., sans donner pour x une valeur plus grande que 0.m699, profondeur du grand ponton.

Pour trouver la quantité dont s'enfoncera un petit ponton sous un poids donné, il suffira, dans l'équation (A), de faire $p = 0.^{m}610$, $n = 4.^{m}065$, $d = 1.^{m}067$, $l = 1.^{m}220$, et l'on aura :

$$x = \sqrt{5.400976 + 0.0009372\,P} - 2.324,$$

équation dans laquelle P ne peut pas surpasser 3422 kilogrammes, sans donner pour x une valeur plus grande que 0.m610, profondeur du petit ponton.

Trouver la charge ou le poids correspondant à un enfoncement donné.

De l'équation ci-dessus, $x^2 + \frac{2pn}{d}x = \frac{pP}{500\,ld}$, dans laquelle P est la charge, et x la profondeur correspondante à cette charge, nous tirons :

$$P = \frac{500\,ldx^2}{p} + 1000\,lnx.$$

Pour les grands pontons, cette équation se transforme en celle-ci :

$$P = 1419.^{kil.}173\,x^2 + 7490.^{kil.}868\,x \,..\, \text{(B)},$$

dans laquelle faisant $x = 0.^{m}699$, profondeur des grands pontons, on trouve $P = 5920$ kilogrammes, poids d'un volume d'eau égal au cube de ces pontons.

Pour les petits pontons, l'équation

$$P = \frac{500\, l d x^2}{p} + 1000\, l n x$$

devient :

$$P = 2134.^{kil.}\, x^2 + 9918.^{kil.}\, 6\, x \ldots\ldots (b),$$

dans laquelle, faisant $x = 0.^{m}61$, profondeur des petits pontons, on trouve $P = 3422$ kilog., qui est le poids d'un cube d'eau égal au volume de ces pontons.

C'est au moyen des deux équations (B) et (*b*) que l'on a formé la table ci-dessous, qui donne, de trois centimètres en trois centimètres, le poids du volume d'eau déplacé par les grands ou les petits pontons. Cette table servira pour les personnes qui ne sont point familiarisées avec le calcul, et leur fera connaître immédiatement la charge que les pontons supportent lorsqu'ils s'enfoncent d'une quantité donnée.

Table du poids de l'eau déplacée par les pontons en fer-blanc.

ENFONCEMENT.	POIDS DU VOLUME D'EAU DÉPLACÉ PAR		OBSERVATIONS.
	LES PETITS PONTONS.	LES GRANDS PONTONS.	
mètres.	kilog.	kilog.	
0.03	149	226	Le poids du ponton est compris dans les poids indiqués ci-contre : pour connaître la charge que supporte le ponton, il faudrait, des nombres donnés par la table, retrancher le nombre qui représente le poids du ponton.
0.06	301	454	
0.09	455	685	
0.12	610	919	
0.15	768	1155	
0.18	927	1395	
0.21	1088	1635	
0.24	1251	1880	
0.27	1417	2120	
0.30	1584	2375	
0.33	1758	2626	
0.36	1923	2880	
0.39	2095	3137	
0.42	2271	3395	
0.45	2447	3658	
0.48	2626	3921	
0.51	2806	4189	
0.54	2987	4456	
0.57	3173	4730	
0.60	3359	5055	
0.63		5282	
0.66		5561	
0.69		5848	

On voit, d'après cette table, qu'un grand ponton plongera de près de $0.^{m}15$, sous la charge de 1116 kilogrammes, qui représente le poids du ponton et de ses agrès.

Un petit ponton plongera d'un peu plus de $0^{m}15$, sous la charge de 771 kilog., qui équivaut à ce que pèsent ensemble ce ponton et ses agrès.

Dans la construction d'un pont de pontons, on place généralement ceux-ci, tant plein que vide, c'est-à-dire, qu'ils sont espacés d'une quantité égale à leur largeur. Dans aucun cas, les pontons ne doivent être plus rapprochés; mais on peut, au contraire, augmenter les intervalles, lorsque les pontons ne sont pas en nombre suffisant pour être disposés comme nous venons de dire; il faut seulement avoir le soin d'augmenter en proportion l'intervalle entre les hommes et les voitures qui passent sur le pont.

La plus grande charge d'infanterie que puisse supporter un pont de pontons, est celle d'une colonne serrée ayant quatre hommes de front; en supposant que les pontons soient distans de $1.^{m}60$ (5 pieds), il y a, dans le cas d'une pareille colonne, vingt hommes sur un ponton et l'intervalle qui le sépare du ponton voisin.

Le poids de vingt hommes, en admettant que chacun d'eux pèse 80 kilog., est de 1600 kilog.

Le poids du grand ponton et de ses agrès est de................ 1116

Total.... 2716 kilog.

L'immersion correspondante au poids total 2716 kilog., est, comme l'indique la table ci-dessus, d'à peu près $0.^{m}345$; mais le poids du

ponton et de ses agrès produit une immersion de 0.m150, il reste donc 0.m195 pour la quantité dont le poids de vingt hommes fera enfoncer un grand ponton.

S'il s'agit d'un petit ponton, nous aurons :

Poids de vingt hommes..........	1600 kilog.
Poids du ponton et des agrès.....	771
Total......	2371 kilog.

Immersion correspondante à ce poids total, 0.m44.

Immersion due au poids du ponton et des agrès, 0.m15.

Faisant la différence, il reste 0.m29 pour la quantité dont le poids de vingt hommes fera enfoncer un petit ponton.

La plus grande charge de cavalerie que puisse supporter un pont de pontons, est celle d'une colonne de deux cavaliers de front. Comme chaque cheval occupe, à peu près, une longueur de 9 pieds (3 mètres), si nous supposons que les pontons soient à 4 ou 5 pieds d'intervalle, chacun d'eux aura à supporter une file.

Le poids d'un cheval de cavalerie est d'environ..........................	450 kilog.
Le poids d'un cavalier, y compris les armes et le fourniment est de..	138
Total.......	588 kilog.

Et pour deux cavaliers . . . . 1176 kilog.
Ajoutant le poids d'un grand ponton et de ses agrès, c'est-à-dire. . . . 1116

Nous aurons un poids total de. . . . 2292 kilog. qui correspond, comme l'indique la table ci-dessus, à une immersion de 0.m29.

Pour les petits pontons nous aurions :
Poids des deux cavaliers. . . . . 1176 kilog.
Poids du ponton et des agrès. 771

Total. . . . . 1947 kilog.

Ce qui répond à une immersion de 0.m36.

Le poids d'une pièce de 12, y compris l'affût et l'avant-train, est d'environ 2250 kilogrammes (1): si nous y ajoutons le poids de six chevaux de trait, à 450 kilog. chacun, et le poids de trois conducteurs, à 85 kilog. chacun, nous aurons un poids total de 5205 kilogrammes. La longueur sur laquelle ce poids est réparti étant de 13 mètres, comprendra près de cinq pontons : si l'on supposait que la répartition se fît uniformément, chaque ponton supporterait 1041 kil., non compris le poids de la travée; mais il n'en est point ainsi, et les pontons qui se trouvent immédiatement sous la pièce de canon, auront

(1) Le poids d'une pièce de 12 française, modèle de l'an XI, est de 3592 livres (1759 kilog.); savoir : pour le canon, 1560 liv. (764 kilog.); pour l'affût, 1384 liv. (678 kil.), et pour l'avant-train, 648 liv. (317 kilog.). *Note du trad.*

à supporter une charge plus grande que celle que nous venons d'indiquer. Déterminons quelle sera cette augmentation de charge.

La distance entre les essieux de l'affût et de l'avant-train, et par conséquent aussi la distance entre les points d'appui de leurs roues, est d'environ 3 mètres; d'où il résulte que le poids de 2250 kilog. sera toujours réparti sur deux pontons au moins : chacun de ces pontons supportera donc 1125 kilog., non compris le poids de la travée; si nous ajoutons ce dernier, qui est, comme nous avons dit, de 1116 kilog., nous aurons pour chacun des deux pontons une charge de 2241 kilog.

La table indique pour cette dernière charge un enfoncement de o,^{m}285; si nous en retranchons o.^{m}150 dont le ponton s'enfonce par l'effet du poids de la travée, il restera o.^{m}135 pour l'immersion produite par le poids d'une pièce de 12 et de son avant-train. D'où l'on voit, que cette pièce occasionera une immersion moindre que celle qui est produite par l'infanterie ou la cavalerie marchant dans l'ordre spécifié ci-dessus. Cet ordre, au reste, ne peut convenir que dans le cas d'une eau dormante, ou du moins d'un courant très-faible. Si la rivière est rapide, et si le pont supporte un grand effort de la part de l'eau, l'infanterie devra défiler sur trois hommes de front seulement; la cavalerie marchera sur une seule file, et les pièces d'artillerie

seront séparées de leurs avant-trains et tirées à bras (1).

Ce qui précède suffit pour indiquer quelle est la force respective des deux espèces de pontons. On voit que, sous le poids de la même colonne d'infanterie, le petit ponton plonge de 4 pouces anglais (0.m100) de plus que le grand ponton, et que sa profondeur étant de 3 pouces $\frac{1}{2}$ (0.m089) plus petite que celle de ce dernier, le dessus du pont ne sera plus qu'à 6 pouces $\frac{1}{4}$ ou 16 centimètres de la surface de l'eau. La différence de pesanteur des deux espèces de pontons n'est point du tout en rapport avec la différence des charges qu'ils peuvent supporter; car, sous la même charge qui fait plonger le petit ponton jusqu'à 16 centimètres de la surface de l'eau, le grand ponton est encore de 14 pouces anglais (0.m354) hors de l'eau. Peut-être serait-il préférable de n'avoir qu'une espèce de pontons, dont les dimensions tiendraient le milieu entre celles des deux pontons actuellement en usage.

Un train de pontons comprend trente-six pontons; il se compose des différens objets détaillés ci-dessous, et qui forment quatre divisions:

---

(1) Les pièces de 24 et de 16, ni les voitures équipesantes, ne peuvent être supportées par un pont de pontons, sans risques, quoiqu'en redoublant les poutrelles du tablier on ait réussi à les y faire passer quelquefois. *Aide-Mémoire*, page 1200. (*Note du trad.*)

	Nombre de voitures.	Nombre de chevaux pour chacune.	TOTAL des chevaux.
Haquets pour les pontons.	36	6	216
Haquets de rechange. . . .	4	6	24
Forges	2	6	12
Bateaux montés sur des haquets.	4	6	24
Caissons pour les outils tranchans et à souder . .	2	4	8
Caissons pour munitions, fournitures, etc.	8	4	32
TOTAL	56	»	316

Il faut encore, et indépendamment de ce qui est nécessaire pour chaque ponton :

Ecopes........................ 18
Cabestans...................... 4
Masses en bois pour enfoncer les piquets...................... 12
Piquets frettés................ 24
Leviers........................ 24
Chevalets pour les culées du pont. 4
Roues de rechange, essieux, etc... »
Câbles de 60 brasses de long (120 mètres).................... 4
Fer-blanc en feuilles, soudure, clous, etc.................. »
Lanternes,chandelles,flambeaux,etc. »

Outils tranchans, outils pour souder, etc., transportés dans les caissons dont on a fait mention plus haut.

Nombre et espèce d'hommes nécessaires pour un train de pontons.

Charpentiers	20
Charrons	6
Forgerons	6
Ferblantiers	4
Pontonniers	39
TOTAL	75

Ces hommes sont employés; savoir:

2 sergens à surveiller le déchargement des pontons.

1 sergent à la culée ou commencement du pont.

1 sergent à veiller à la pose des poutrelles et madriers.

8 soldats à apporter les poutrelles si elles ne sont pas amenées sur les pontons.

3 caporaux au 1er ponton, et qui passent successivement au 3e, 5e et 7e, etc., pour placer les poutrelles.

3 caporaux au 2e ponton, et qui passent successivement au 4e, 6e, 8e, etc., pour placer les poutrelles.

12 soldats pour apporter les madriers.

2 caporaux pour les placer.

2 caporaux pour les aligner, etc.

Une partie des hommes restans sont employés à conduire les pontons à leur place, à les amarrer, etc. : on met deux hommes dans chaque ponton. Enfin, les autres pontonniers sont occupés à tendre les cinquenelles, jeter les ancres, etc.

Ces détails sont extraits, en partie, de l'*Aide-Mémoire à l'usage des officiers d'artillerie de France.* Il serait, au reste, complètement inutile de s'étendre beaucoup sur l'emploi ou la distribution des hommes d'un corps qui se forme, actuellement, sous la direction d'un officier distingué, le lieutenant-colonel Pasley des ingénieurs royaux. Je ferai seulement observer que, pour éviter la confusion, chaque homme doit avoir son emploi bien fixe et bien distinct, ainsi que cela a lieu dans les manœuvres d'artillerie.

Construction d'un pont de pontons.

L'emplacement du pont étant déterminé, le premier soin doit être d'établir des communications commodes, du bord de la rivière aux routes que suivent l'artillerie et les colonnes de troupes. Si la rive est trop roide, il faut en adoucir le talus et le ramener à une pente praticable (1).

---

(1) Le talus d'une rampe, quand il est de six fois sa hauteur, est encore assez doux. *Aide-Mémoire*, page 1173. (*Note du trad.*)

Si la largeur de la rivière exige un grand nombre de pontons, il faut demander, en proportion de ce nombre, les hommes nécessaires pour aider les pontonniers à descendre les pontons de dessus les haquets et les mettre à l'eau : une partie des soldats d'artillerie doivent être dressés à ce travail. Il faut dix hommes pour descendre et lancer un ponton (1).

Les pontons doivent être placés dans l'eau le long du bord de la rivière, et disposés, autant que possible, dans le même ordre qu'ils occuperont dans le pont; c'est-à-dire, que ceux qui sont en amont doivent servir à terminer le pont (2).

Il faut deux hommes dans chacun des pontons pour amener ceux-ci à leurs emplacemens. Tous ces pontons portent quatre poutrelles et une pièce de bordage; les madriers sont dépo-

---

(1) Selon l'Aide-Mémoire, il faut quatorze hommes pour décharger avec facilité un ponton de dessus son haquet. (*Note du trad.*)

(2) L'Aide-Mémoire recommande, dans la construction des ponts de bateaux, de mettre les bateaux à l'eau immédiatement au-dessous de l'emplacement du pont, parce que étant mis au-dessus, on pourrait, en les conduisant à leur place, choquer les bateaux déjà en position. Quoique les pontons ne puissent guère être employés que sur des rivières peu rapides, nous pensons qu'il serait toujours plus prudent de les mettre à l'eau au-dessous du pont que de les mettre au-dessus, comme l'indique ici l'auteur anglais. (*Note du trad.*)

sés dans un endroit convenable, à proximité de la première culée ou commencement du pont.

En même temps qu'on fait ces préparatifs, on jette d'un bord à l'autre une cinquenelle ou gros câble A B (*fig.* 2); et quand elle est fixée à un arbre, à une ancre ou à un poteau, on la tend au moyen d'un cabestan.

Les pontons sont conduits avec la rame ou la gaffe à leurs places respectives, et l'on attache les amarres à la cinquenelle aussitôt que les intervalles sont déterminés exactement.

Dans le cas d'une petite rivière dont le courant est faible, il est suffisant d'amarrer les pontons à la cinquenelle; mais si le courant est rapide et la rivière un peu large, il est nécessaire d'employer des ancres en plus ou moins grande quantité (1). Quelquefois une ancre suffit pour

(1) Pour que tous les pontons soient également bien maintenus par leurs ancres, il faut que la longueur des câbles soit proportionnée à la profondeur de l'eau. Si l'on donnait à ces câbles une longueur constante, il en résulterait que, dans les parties les plus profondes, et où par conséquent la vitesse de l'eau est la plus grande, les pontons seraient moins fortement maintenus que dans les parties où il y a peu de profondeur d'eau. Supposons, par exemple, que deux pontons ou bateaux dont les extrémités se projettent toutes deux en A (*fig.* 3, *pl.* 2), soient fixés par des câbles de même longueur, à deux ancres jetées à des profondeurs différentes C H et I B'; décomposons la force qui agit sur A H en C H et H G, et la force qui agit sur A B' en I B' et B' E : H G et B'E

trois ou quatre pontons; quelquefois aussi il en faut une à chaque ponton. Quand on a recours aux ancres (1) pour assurer la stabilité du pont,

---

seront les composantes qui maintiennent les bateaux contre l'effort du courant; les autres forces AE et AG agissant perpendiculairement à ce courant, ne produiront d'autre effet que d'augmenter l'immersion des bateaux. Or, on voit clairement que si la longueur du câble augmente avec la profondeur de l'eau, c'est-à-dire si elle devient successivement AB, AB′, et AB″ pour les profondeurs OB, IB′, KB″, les bateaux seront tous également bien maintenus contre la force du courant.

On ne peut pas, dans la pratique, rendre la longueur du câble mathématiquement proportionnelle à la profondeur de l'eau; mais ce qu'on vient de dire indiquant qu'il est avantageux de se servir de câbles qui ont une grande longueur, il faut les prendre aussi longs que le comportent les localités et la facilité des manœuvres (*).

(*) *On donne ordinairement aux câbles d'ancres l'inclinaison du dixième, par rapport à l'horizon, ce qui leur fait faire un angle de six degrés environ avec la surface de l'eau. Il faut que leur ligne de tir soit bien exactement dans la direction du courant.* (Note du trad.)

(1) Les ancres font partie de l'équipage de pont, et se transportent avec les pontons ou les bateaux. Lorsqu'on n'a point d'équipage de pont préparé d'avance, et qu'on emploie au passage des rivières les bateaux du pays ou des radeaux, il devient quelquefois très-difficile de se procurer des ancres en nombre suffisant; on peut alors y suppléer par des meules de moulin ou par des cônes ou paniers d'osier remplis de pierres ou de boulets. Voyez, pour la construction de ces paniers, l'*Aide-Mémoire*, page 1169. Voyez aussi *le Guide du Pontonnier*, page 211. (*Note du trad.*)

on attache le milieu d'un cordage à chaque ancre, et les deux bouts P, P aux anneaux R, R de l'amont des pontons. On peut encore, ce qui vaut mieux, attacher les extrémités des cordages d'abord à la cinquenelle A B, et ensuite aux anneaux des pontons; on empêche par là que ces pontons ne soient tirés de haut en bas par les cordages d'ancres, comme cela aurait inévitablement lieu par suite de l'autre disposition (1).

Les amarres C D, C D, sont placées diagonalement d'un ponton à l'autre; le premier ponton est maintenu parallèlement au bord de la rivière par les cordes L M et L M; les amarres ne sont attachées qu'après que l'espacement et la position des pontons ont été vérifiés et définitivement arrêtés; mais on place de suite les pièces de bordage par dessus les pontons, pour pouvoir immédiatement communiquer de l'un à l'autre. Le but que l'on se propose en reliant entre eux les pontons par des amarres transversales, c'est de faire en sorte que si l'action du courant, ou toute autre cause, tendait à altérer le parallélisme des pontons en agissant plus fortement sur l'un d'eux

(1) Les ancres attachées aux pontons les font baisser, ce qui tourmente le pont et nuit à sa solidité; il vaudra mieux, s'il n'a pas de coupure, et s'il ne doit pas faire de quart de conversion, amarrer la cinquenelle aux cordages d'ancres, dans les rivières rapides surtout. *Aide-Mémoire*, page 1197. (*Note du trad.*)

que sur les autres, ce ponton soit maintenu dans sa position, par suite de la réaction qu'il opère sur les pontons de droite et de gauche. Si cependant on tend deux cinquenelles, l'une en amont du pont et l'autre en aval, on peut se dispenser des cordes transversales.

Le bord de la rivière étant disposé de façon à se trouver à la hauteur convenable, on y place un ou deux madriers (1); sur ces madriers on pose la première travée de poutrelles, que l'on fait entrer dans les encastremens préparés pour les recevoir, et qui sont disposés de façon que les poutrelles occupent exactement toute la longueur des madriers qui seront mis par dessus.

Les poutrelles du premier ponton étant placées, on place celles du second, et on les fixe aux premières : la ligne se continue ainsi jusqu'au bord opposé.

Lorsque les pontons sont espacés de la manière la plus usitée, c'est-à-dire lorsqu'il y a 1.m60 (4 ou 5 pieds) de l'un à l'autre, chaque longueur de poutrelle comprend deux pontons et deux

(1) On met plusieurs madriers quand le bord de la rivière est trop bas par rapport à la hauteur des pontons ; on cloue sur le madrier qui doit recevoir l'extrémité des poutrelles, des bouts de planches laissant entre eux des intervalles égaux à la largeur des poutrelles : dans ces intervalles ou crans, on place les poutrelles, qui se trouvent ainsi maintenues et uniformément espacées. (*Note du trad.*)

intervalles (1); dans ce cas, si l'on se sert de quatre poutrelles seulement par travée, gardant les deux autres en réserve, les madriers reposeront sur huit poutrelles à la fois : en effet, les quatre poutrelles du premier ponton, supposé placé à 5 ou 6 pieds de distance du bord de l'eau, iront de ce bord jusqu'au second ponton, qu'elles dépasseront même; un autre cours de quatre poutrelles s'étendra du second ponton au quatrième: il suffirait donc des huit poutrelles des deux premiers pontons, pour établir quatre files de poutrelles depuis le bord de l'eau jusqu'au quatrième ponton ; et l'on doublera par conséquent ce nombre de files, en employant les poutrelles des troisième et quatrième pontons, c'est-à-dire en se servant de quatre poutrelles par travée. Par suite de cette disposition, les poutrelles devront se croiser sur le bord des pontons; et pour être plus assuré de remplir cette condition, on peut marquer, sur les poutrelles même, la mesure de l'espacement des pontons.

Au moyen d'un cours de poutrelles qu'on prendra moins longues de 1.m60 (4 à 5 pieds) que les autres, si le bord est roide, ou qu'on laissera de toute leur longueur si le bord est peu incliné,

(1) Les poutrelles ont 6.m90 de longueur, qui se réduit à 6.m30, à cause de la quantité dont elles se recroisent : ces 6.m30 font à très-peu près la largeur de deux pontons et de deux intervalles de 1.m60 chacun.

on pourra faire en sorte que les poutrelles se croisent successivement sur les deux côtés d'un même ponton (quatre poutrelles se terminant sur chacun des côtés), ce qui augmentera la solidité du pont.

Les hommes qui apportent les madriers, passent sur un des côtés du pont, donnent leurs madriers aux caporaux chargés de les placer, et s'en vont par l'autre côté. On met ensuite les pièces de bordage (1) sur l'extrémité des madriers, et pour consolider le tout on les unit aux poutrelles au moyen de cordes (2) qui passent dans des

(1) Ces pièces de bordage, ou *guindages*, doivent se placer au-dessus des poutrelles extrêmes. On appelle *brélage* l'opération par laquelle on attache les poutrelles aux pontons ou aux guidages pour consolider le pont. (*Note du trad.*)

(2) Ces cordes se nomment *commandes de guindages*. On appelle *commandes de pontage*, les cordes qui lient les extrémités des poutrelles aux côtés des pontons ou des bateaux. Ces commandes, qui remplacent avantageusement les clameaux, permettent d'exécuter le brélage sans bruit et sans endommager les poutrelles. On fait passer les commandes de pontage dans des crochets fixés en dedans des pontons; elles embrassent les poutrelles de quatre tours, et établissent une liaison solide entre les pontons et le tablier du pont. Dans les ponts stables, on substitue aux commandes de guindages des étriers nommés *colliers à la prussienne*; chacun de ces colliers est formé d'une branche de fer coudée, portant à une de ses extrémités une chaîne dont un des anneaux s'arrête au crochet qui est à l'autre extrémité de l'étrier. On serre les colliers au moyen de deux coins de bois chassés en sens opposés

trous ou coches, pratiqués dans les pièces de bordage.

Avec un train de pontons bien disposé, et des pontonniers exercés, le temps nécessaire pour jeter un pont peut se calculer à raison d'une minute et demie pour chaque ponton.

Quand le pont est terminé, on y répand une légère couche de sable ou de paille.

On ne doit pas permettre que les voitures ou la cavalerie, se croisent avec l'infanterie sur un pont de pontons. Les chevaux doivent aller au pas, les cavaliers marchant à pied. Il faut faire passer les bœufs un à un, car ils s'entassent tellement qu'ils pourraient, par leur poids, faire culbuter le pont.

Lorsqu'on jette un pont de pontons sur une rivière qui éprouve les effets du flux et reflux, il faut des précautions bien plus grandes encore pour le protéger contre le courant, et l'empêcher d'être endommagé par les basses eaux. En pareil cas, on tend de fortes cinquenelles au-dessus et au-dessous du pont, et l'on amarre chaque ponton à deux ancres jetées l'une en amont et l'autre en aval. Mais, malgré ces soins, les rivières un peu considérables éprouvent trop fortement les effets des marées près de leurs embouchures,

---

entre la chaîne et le dessus de la pièce de guindage. Voyez *Dictionnaire de l'Artillerie*, pag. 68; *Guide du Pontonnier*, page 266; *Aide-Mémoire*, page 1180. (*Note du trad.*)

pour qu'un pont de la nature de ceux dont nous parlons, puisse résister au mouvement d'ondulation causé par le flux ou reflux. Si les bords ne sont pas un peu élevés, ou si la rivière n'est pas contenue par des digues, un certain nombre de pontons seront probablement entraînés par le courant, ou du moins laissés à sec lorsque les eaux se retireront, et les pierres sur lesquelles ils porteront alors, les briseront infailliblement. On remarquera, en outre, que la courbure et l'augmentation de longueur auxquelles le pont devrait pouvoir se prêter, pour venir s'appliquer sur la surface des plus basses eaux, exigeraient le secours de procédés de construction qui n'appartiennent pas aux ponts de pontons ordinaires. Lorsqu'il faut absolument jeter des ponts de cette espèce sur des rivières exposées aux effets des marées, on ne doit pas employer plus de pontons qu'il n'en peut rester à flot au moment des plus basses eaux; dans ce cas on complète le pont en ayant recours à d'autres moyens, tels que d'enfoncer des pilots, ou de construire des radeaux; on peut aussi se servir de bateaux, de chevalets, ou enfin, établir des portions de digues ou chaussées. Nous parlerons plus loin de chacun de ces moyens. C'est seulement pour passer de petites rivières, ou tout au plus des rivières d'une largeur médiocre et dont le courant est très-faible, que l'on peut, sans danger, se servir de pontons. Ils ne conviennent nullement aux rivières larges

et rapides ; et pour indiquer, autant que possible, la limite à laquelle il convient de s'arrêter, en faisant, cependant, abstraction des cas particuliers, je dirai qu'il ne faut pas employer les pontons pour les rivières de plus de 100 mètres de largeur, distance qui exige déjà un train de pontons complet.

Sur les grandes rivières, on peut presque toujours réunir des bateaux qui fournissent des ponts d'une construction bien préférable.

En traitant de cette espèce de ponts, nous indiquerons quelques procédés au moyen desquels ils se prêtent plus facilement aux variations causées par les crues ou par un vent violent : nous verrons aussi comment les bateaux peuvent s'abaisser et s'appliquer sur le sol dans les rivières sujettes aux marées; mais un pont de pontons ne présente aucun de ces avantages. Les poutrelles sont si bien liées les unes aux autres, et toutes les parties ont une telle solidarité, qu'à l'exception du peu de jeu que permet l'élasticité de ces poutrelles et la légère courbure qu'elles peuvent prendre, aucun ponton, par l'effet d'une cause quelconque, ne pourra s'élever au-dessus des pontons voisins ou s'abaisser au-dessous d'eux, sans supporter presque entièrement à lui seul le poids de tout ce qui passera sur ceux-ci, ou sans leur faire supporter, au contraire, le poids de tout ce qui se trouvera au-dessus de lui. Ainsi, ne pouvant nullement obéir aux ondula-

tions de la rivière, et présentant, d'ailleurs, d'après la forme même des pontons, une grande surface à l'action du courant, cette sorte de ponts est moins capable de résister, et dès-lors se trouve bien plus exposée à être détruite que les ponts qui se prêtent à un mouvement ondulatoire et partiel. Voilà la principale raison qui s'oppose à ce qu'on fasse usage des pontons pour les rivières larges et rapides.

On doit prendre toute espèce de précautions, pour empêcher qu'un pont de pontons ne puisse être endommagé par les corps flottans qui seraient entraînés accidentellement par le courant, ou que l'ennemi aurait envoyés à dessein (1). Chaque soir il faut soigneusement reconnaître la rivière et la rive du côté de laquelle se trouve l'ennemi. S'il peut disposer de quelques bateaux ou construire des trains de bois, on doit continuellement redouter qu'il ne fasse des tentatives pour détruire le pont. Le meilleur moyen de les rendre sans effet, c'est de placer en station, au-

(1) Napoléon, dans son bulletin officiel du passage du Danube et de la bataille d'Aspern (Esling), dit que c'en était fait de toute l'armée autrichienne, si ses ponts n'avaient pas été emportés par des trains de bois que la crue du fleuve avait amenés. Mais cet accident ne fut pas l'effet du hasard; il fut occasioné par des brûlots envoyés par les Autrichiens, et qui endommagèrent tellement les ponts construits par Napoléon, de l'île de Lobau à la rive droite du Danube, qu'il fallut employer plusieurs heures à les réparer.

dessus du pont, des bateaux pour conduire au bord tout ce qui pourrait endommager les pontons, ou pour diriger les corps flottans vers une porte ou coupure mobile. A la nouvelle de l'approche de quelque danger, on ouvre cette porte, que l'on a eu soin d'établir dans l'endroit où se jette naturellement le courant de la rivière. Des radeaux ou trains de bois, qu'on ne pourrait que difficilement tirer hors de l'eau ou maintenir au-dessus du pont, peuvent être dirigés et amenés de l'autre côté de la coupure, de la même manière, et avec autant de facilité, qu'un seul homme dirige un grand bateau sur la Tamise et le fait passer par l'arche d'un pont (1).

Si le courant est trop rapide pour tenir des bateaux en observation au-dessus du pont, ou si l'on ne peut se procurer des bateaux pour cet objet, il faut placer des détachemens de pon-

---

(1) Dans la campagne de 1743, le maréchal de Coigny chercha à détruire le pont que les Autrichiens avaient jeté de l'île de Rheinach à la rive gauche du Rhin, au moyen d'une machine infernale composée de deux bateaux remplis de bombes et de pierres, et de deux gros radeaux chargés de bois, dont le choc devait achever d'enlever les débris du pont que les bombes auraient fait sauter. Cette machine fut mise à l'eau à une heure après minuit; mais un des bateaux s'engrava sur le sable, et l'autre creva avant d'arriver au pont; les radeaux suivirent le courant de l'eau, les ennemis ayant eu le temps d'ouvrir leur pont pour les laisser passer. *Histoire du maréchal de Saxe*, tom. 1, pag. 517.

tonniers munis de cordages, de grappins, etc., dans tous les rentrans formés par la rivière, entre le pont et l'ennemi. Le courant s'établissant près du bord de la rivière dans ces parties rentrantes, tous les corps qui flotteront à la surface de l'eau seront amenés si près du rivage, qu'il sera bien plus facile, là que partout ailleurs, de les atteindre avec les grappins ou les cordes; et l'on pourra, de cette manière, diriger ces corps flottans, les rapprocher de plus en plus du bord de l'eau, et finir même par les retirer tout-à-fait du courant (1).

Un train de petits arbres dont les branches ont été taillées en pointes, est plus dangereux

(1) Lorsque le prince de Bade repassa le Rhin, en 1694, en présence du maréchal de Lorges, « *le gouverneur de Fort-* » *Louis détacha de gros arbres et des bâtimens remplis de* » *pierres et d'artifices, pour rompre les ponts; mais les troupes* » *à qui la garde en avait été commise les retinrent à bord* » *avant qu'ils eussent fait leur effet.* » *Histoire de Louis XIV*, tom. 3, pag. 44.

Le prince de Bade repassa le Rhin le 23 septembre, sur deux ponts de bateaux établis près de Hagembach, à deux lieues au-dessous de Lauterbourg, « pendant la nuit on dé- » couvrit sur le Rhin une grande cuve de tanneur remplie de » bombes, de grenades, de vieux canons de fusils, de tonnes » de poix et d'autres combustibles, que l'ennemi y avait jetés » du fort Louis pour mettre le feu à notre pont; mais cette » machine en fut retirée à temps. » *OEuvres militaires du prince de Ligne, Mémoires sur les campagnes du prince de Bade*, tom. 3, pag. 203. (*Note du trad.*)

pour un pont de pontons et bien plus capable de le détruire, qu'un radeau formé de grosses pièces de bois ou un bateau fortement chargé. Il n'est pas nécessaire, en effet, que les corps flottans aient assez de force pour briser les poutrelles du pont, il suffit souvent qu'ils puissent percer le fer-blanc des pontons.

Toutes les fois qu'on peut disposer d'un matériel assez nombreux, il ne faut pas négliger de jeter deux ponts, car il serait trop imprudent d'attacher à la conservation d'un seul pont, la réussite d'une opération aussi délicate que le passage d'un fleuve. Dans l'attaque des places, il faut de même réunir, par plusieurs communications, les travaux que l'assiégeant conduit des deux côtés d'une rivière.

Il est souvent nécessaire de replier une partie d'un pont, soit pour rétablir la navigation, soit pour laisser passer les corps flottans, ainsi que nous venons de l'indiquer : l'ouverture doit être ménagée lors de la construction même du pont, et la partie mobile, ainsi que les deux extrémités des parties fixes, doivent porter sur des bateaux, lorsqu'il a été possible de s'en procurer (1).

---

(1) On relie la partie mobile, ou coupure, aux parties fixes, au moyen de poutrelles plus courtes et d'un équarrissage plus faible que les poutrelles ordinaires; on les appelle *fausses poutrelles*. (*Note du trad.*)



Quelquefois aussi il est nécessaire de replier le pont tout entier, soit pour le supprimer définitivement, soit dans le but de rendre la rivière à la navigation pour un temps seulement, après quoi la communication sera rétablie comme auparavant. Cette opération peut s'exécuter en faisant faire au pont un quart de conversion et l'appliquant contre le bord de la rivière; ou bien en le rompant par le milieu, et faisant converser les deux parties pour les ranger chacune contre le bord qui en est le plus voisin.

Cette manœuvre (*fig.* 4, *pl.* 2) s'exécute sans difficulté sur une rivière tranquille et peu large: on commence par ôter les extrémités ou culées qui vont des derniers pontons aux bords de la rivière; ensuite on détache la cinquenelle; puis, lâchant peu à peu les amarres de tous les pontons, excepté de celui qui est le plus rapproché du bord vers lequel doit s'exécuter le mouvement, on fait converser le pont jusqu'à ce qu'il vienne s'appliquer le long de ce bord. On doit, de la rive opposée, faciliter et diriger cette opération au moyen des cordages A et B.

Il faut avoir recours à quelques précautions pour empêcher que, dans le mouvement, les pontons ne se dérangent de leurs positions respectives; les cordes transversales qui se croisent de l'un à l'autre sont insuffisantes contre l'action du courant qui, dans ce mouvement, s'exerce obliquement sur les pontons, et finit même par

ne plus agir que sur un de leurs flancs. Si la rivière n'est pas rapide, on attachera les poutrelles aux anneaux qui sont fixés aux pontons, et cette précaution sera suffisante ; mais si le courant est un peu violent, il faut avoir recours à un autre moyen: il consiste à placer de fortes pièces de bois sur les pontons, dans le sens de la longueur du tablier, et à les attacher aux anneaux qui se trouvent à la tête des pontons; on forme ainsi de tout le pont une espèce de grand radeau dont la forme est invariable. Avec ces précautions, on peut, sans crainte, faire converser un pont de pontons.

Quand le courant est faible, on rétablit la communication en ramenant le pont dans sa position primitive, au moyen des cordeaux A et B, et des câbles d'ancres; si le courant est rapide, ou si la rivière est large, cette opération ne s'exécute pas aussi facilement que celle de replier le pont, attendu que le courant qui favorise celle-ci, contrarie l'autre; mais, au moyen d'un expédient très-simple, on parvient à se faire aider par le courant, et à faire concourir son action au rétablissement de la communication.

On fixe une bouée O (*fig.* 5, *pl.* 2) à l'une des extrémités de tous les câbles qui servent à amarrer les pontons à leurs ancres, et l'on rejette cette extrémité hors des pontons; puis, lâchant peu à peu l'autre partie de ces câbles, on fait

converser le pont, et on l'applique contre un des bords de la rivière, ainsi qu'il a été dit plus haut. On laisse aller ensuite les câbles d'ancres qui ont servi à exécuter la conversion, après avoir eu soin, cependant, d'attacher aussi des bouées à leurs extrémités. Dans la position où se trouve alors le pont, il échappe presque entièrement à l'action du courant ; on peut donc, sans difficulté, le remonter de toute sa longueur et l'amener en D : il suffira ensuite de donner au pont une légère inclinaison, pour que l'eau le frappant de côté, lui imprime un mouvement qui, dirigé convenablement, ramènera le pont dans son emplacement primitif. Les bouées O, O indiquent la position que le pont occupait précédemment, et donnent le moyen d'amarrer de nouveau les pontons à leurs ancres. Il faut aider la manœuvre avec de forts cordages que l'on tient de l'autre côté de la rivière. Par suite de cette opération, l'ordre est interverti, c'est-à-dire que le côté du pont qui était en amont se trouve maintenant en aval; mais ce changement est sans inconvénient, attendu que les deux extrémités des pontons sont absolument semblables.

On ne doit tenter aucune des manœuvres dont nous venons de parler, avec un pont composé de plus de vingt à vingt-cinq pontons ; ce nombre est même déjà trop grand pour les rivières rapides. En pareil cas, il vaut mieux replier le pont en le partageant par parties isolées, formées de

quatre à cinq pontons chacune (1), et le rétablir ensuite par la même méthode. Cette manière de construire par parties, est avantageuse lorsqu'on doit jeter un pont près du confluent de deux rivières, dans l'une desquelles on peut commodément assembler des divisions de quatre à cinq pontons. Il en résulte une économie de temps pour la construction du pont, et c'est un avantage qu'il ne faut pas négliger toutes les fois que le temps doit entrer en considération.

C'est principalement dans le cas d'une retraite, que l'on peut tirer parti de la manœuvre que nous avons indiquée pour replier un pont : cette manœuvre, en effet, l'amène près du bord de la rivière, dans une position très-commode pour le démonter et tirer les pontons hors de l'eau.

Il faut toujours joindre quelques petits bateaux à un train de pontons : dans beaucoup de circonstances le courant ne permet pas de diriger les pontons avec la rame, et ces petits bateaux sont alors très-utiles pour faire passer les pre-

---

(1) Ces portions de pont s'appellent *portières;* en général on donne ce nom à toute partie de tablier qui ne fait pas corps avec les autres, et qui est supportée par un ou plusieurs bateaux, pontons, etc. Lorsqu'une portière, amarrée à l'extrémité d'un câble, est employée au passage des hommes et des voitures en allant successivement d'un bord d'une rivière à l'autre, on l'appelle *pont volant.* (*Note du trad.*)



mières troupes qui s'établissent de l'autre côté de la rivière. C'est ainsi qu'on les employa au passage de l'Adour en 1814. Ces bateaux servent aussi pour porter les ancres; enfin, quand l'équipage de pont doit voyager par eau, ils servent à diriger les pontons, que l'on dispose, dans ce cas, par petits trains de deux, trois ou quatre, attachés les uns aux autres : les pontons sont alors recouverts de leurs madriers, et sur ces derniers on place les haquets, etc.

Ce n'est que de cette manière que les pontons peuvent servir pour porter leurs haquets et leurs équipemens; dans toute autre circonstance il est impossible de les employer comme bateaux de transport : ce désavantage, les soins continuels qu'il faut avoir pour ne pas endommager les pontons en métal, et la difficulté de les réparer, ont fait mettre en question si les pontons en bois n'étaient pas préférables.

Les Autrichiens se servent de pontons en bois (1) ayant deux avant-becs comme les bateaux ordi-

---

(1) En 1807, les Russes ont eu des pontons en bois couverts d'une toile à voile goudronnée, et construits en forme de bateaux de rivière, au lieu d'être camards comme les pontons en cuivre. Ils ne sont pas aussi coûteux, sont plus faciles à réparer, plus légers, et d'un transport plus commode que les pontons en métal : ils portent autant que ces derniers. Les Russes ont traversé, avec ces pontons en bois, le terrain marécageux entre Pultusk et Nowogrod; près de cette der-

naires; on les transporte renversés sur des haquets ou voitures à peu près semblables à celles dont on se sert pour transporter les grandes pièces de bois; on les monte ou on les descend au moyen de deux petites chèvres (1). M. le général Dedon (2) préfère les pontons en bois à ceux de métal, qu'il voudrait voir tout-à-fait supprimés: il dit qu'un train de pontons en bois coûte seulement le tiers de ce que coûte un train de pontons en cuivre ; que les premiers sont d'une construction plus facile; qu'on peut les transporter sur les voitures du pays, et qu'ils servent indifféremment ou de bateaux de débarquement, ou de pontons pour supporter le tablier d'un pont continu. Beaucoup de nos officiers les plus instruits sont du même avis, et préfèrent aussi les pontons en bois; cependant, l'opinion des militaires n'est pas encore absolument fixée sur cet objet. La question peut être, en effet, envisagée sous deux

---

nière ville, le corps russe du général Buxhowden a passé sur ces pontons la Narew, qui est déjà une rivière fort considérable. Deux batteries de 12, prussiennes, ont aussi passé la même rivière, par un temps orageux, sans accident pour l'artillerie et sans dommage pour les pontons. *Systematische darstellung zu einer neuen kriegslehre.* Leissnig, Berlin, 1817, seite 29. (*Note du trad.*)

(1) Ces deux chèvres sont transportées sur les voitures qui portent les pontons. (*Note du trad.*)

(2) Relation du passage de la Limat, du Rhin, etc., par le général d'artillerie Dedon, pag. 64.

points de vue : les pontons en fer-blanc sont préférables aux bateaux, quand le transport doit se faire par terre et par un temps sec et chaud ; d'un autre côté, les bateaux valent mieux pour la navigation, et sont même tout-à-fait indispensables sur les rivières larges et rapides.

Ces considérations ont conduit dernièrement un officier très-distingué dans le corps d'artillerie(1), à proposer la construction de pontons en bois ou bateaux, dont nous parlerons en traitant des ponts de bateaux.

Le général sir William Congrève, aux talens duquel l'artillerie est redevable de tant de découvertes utiles, a introduit, il y a quelques années, des pontons en bois qui avaient les dimensions suivantes :

	pieds anglais.	pouces.	mètres.
Longueur en haut.	26	»	7.90
Longueur en bas	23	»	7.00
Profondeur	2	8	0.81
Largeur	2	3	0.68

Placés dans le sens du courant, à de petits intervalles l'un de l'autre et recouverts de leurs madriers, ils peuvent servir, sur les rivières tranquilles, à faire des ponts pour l'infanterie. Pour construire un pont ordinaire, on assemble les bateaux deux à deux (à côté l'un de l'autre sans intervalle), et l'on se sert de chaque paire comme

(1) Le colonel Millar.

d'un ponton : disposés de cette manière, ils peuvent supporter une plus grande charge que les pontons en métal.

Pour passer un fossé d'eau qui n'a pas plus de 8 mètres de largeur, on les place en travers d'un bord à l'autre et retournés, de manière que le fond du bateau fasse le tablier du pont : d'après la hauteur des côtés, un bateau, dans cette position, peut porter toute espèce de canon de campagne.

Lorsque le nombre des pontons est insuffisant pour construire un pont, on achève la communication au moyen de tonneaux, de radeaux, de caisses pleines d'air, etc. Nous nous occuperons successivement de la manière d'employer ces différens moyens pour le passage des rivières.

Nous avons cru convenable d'interrompre ici le texte original, pour parler des pontons cylindriques que l'on a voulu introduire, depuis quelques années, dans l'armée anglaise, et sur lesquels on a fait aussi quelques expériences en France, dans le courant de 1819. (Le trad.)

« Lorsque les troupes anglaises étaient en
» France avec l'armée d'occupation des puis-
» sances coalisées, elles ont fait l'essai d'une nou-
» velle espèce de ponts, ayant pour chaque
» travée deux gros cylindres terminés par des
» cônes.

» Ces espèces de tonneaux sont formés avec
» des douves en bois blanc, ayant 12 millimètres

» et demi d'épaisseur, s'étendant, sans disconti-
» nuité, du sommet d'un cône au sommet de
» l'autre cône ; elles sont calfatées, goudronnées
» et reliées avec vingt-trois cercles en fer serrés
» à vis ; savoir, neuf sur le cylindre, sept sur
» chaque cône.

» Longueur du cylindre, 3.^{m}35 ; diamètre, 0.^{m}76.

» Longueur totale du tonneau, 6.^{m}09 ; lon-
» gueur de chaque cône, 1.^{m}36.

» Neuf cloisons perpendiculaires à l'axe, di-
» visent l'intérieur en dix parties doublées avec
» des feuilles de cuivre très-minces. Le cylindre
» contient six divisions, et chaque cône deux. Si
» donc le ponton est percé par un boulet, le
» compartiment correspondant à la voie d'eau se
» remplira jusqu'à la flottaison ; le tonneau s'im-
» mergera sans doute, mais ne coulera point.

» Des bondes placées de distance en distance,
» permettent de pomper l'eau qui se serait in-
» troduite dans les compartimens.

» Chaque travée se compose de deux ton-
» neaux (espacés de 13 centimètres), réunis en
» dessus par quatre traverses, et en dessous par
» quatre arcs de cercle en fer, que des cordages
» rattachent aux traverses. Les montans des tra-
» verses s'assemblent en dessus, dans deux sup-
» ports de poutrelles : des taquets cloués sur ces
» supports, présentent des entailles pour loger
» les poutrelles du tablier ; elles sont au nombre

» de six par travée, ont 6.^{m}070 de long, et 0.^{m}093
» d'équarrissage.

» Madriers, 3.^{m}200 de long, 0.^{m}025 d'épaisseur.

» Guindages, 0.^{m}051 d'équarrissage.

» Chaque radeau de deux tonneaux, avec les
» poutrelles et les madriers de sa travée, peut
» porter 3173 kilog. avant d'être submergé.

» Les opérations nécessaires pour établir le
» pont, se font avec une petite nacelle qui suit
» l'équipage des tonneaux.

» Deux trains réunis par une flèche, avec deux
» brancards parallèles, règnant tout le long de la
» voiture, et un montant circulaire pour chaque
» train, portent deux tonneaux cylindriques de
» 272 kilogrammes, avec les poutrelles, les ma-
» driers, etc., formant un poids de 136 kilog.
» Quatre chevaux traînent le tout avec facilité.
» Un équipage de ce genre, employé par les
» Anglais dans les grandes manœuvres de Fa-
» mars, a suivi au trot tous les mouvemens exé-
» cutés par l'armée. Une colonne de cavalerie,
» défilant par trois, a passé sur ce pont sans
» que la ligne de flottaison ait dépassé l'axe des
» tonneaux.

» Dans les épreuves faites sur l'Escaut, on a
» fait passer, sans accident, sur un pont de ce
» genre, une pièce de 24 attelée de huit chevaux.
» On a fait avec les tonneaux cylindriques ac-
» couplés, des *portières* pour le passage de la
» troupe. Les épreuves ont également bien réussi.

» Les Anglais ont de moindres tonneaux cylin-
» driques pour le passage de l'infanterie : longueur, 3.m09; diamètre, 0.m45. Les dimensions » de chaque partie de la travée sont sous-doubles » de celles du grand tonneau. Un haquet porte » jusqu'à cinq travées petit modèle. Cet équipage, extrêmement mobile, et de plus, insubmersible dans les rivières profondes, remplace » avec avantage nos ponts de bateaux légers. » Dans les manœuvres de Famars, quatre travées de ce genre formèrent un pont sur lequel » quatre files d'infanterie passèrent à la fois.

» En octobre 1819, d'habiles officiers d'artillerie et de pontonniers, ont fait (en France) » des expériences avec des tonneaux cylindriques construits sur le modèle anglais. Les expériences n'ont pas été défavorables à ce système; mais on l'a trouvé dispendieux, compliqué, et sujet à plusieurs inconvéniens dans la » pratique. » (*Voyages dans la Grande-Bretagne*, par Ch. Dupin, 1re partie, tom. 2, pag. 267 et suivantes.)

Les pontonniers de Strasbourg n'ont point accueilli favorablement les pontons formés de cylindres creux; ils ont objecté que ces pontons avaient le désavantage de ne pouvoir servir isolément, et par conséquent d'être inutiles au transport des troupes. D'après l'avis de l'officier de pontonniers venu de Douay, pour être chargé, à Strasbourg, de la construction de deux de ces cylindres

ainsi que de leur voiture, il serait fort difficile d'établir des ponts de ce genre sur une grande rivière. La seule expérience que l'on ait faite, a été de charger ces tonneaux d'une pièce de canon du poids de 4,500 kilog.; sous cette charge la ligne de flottaison dépassait un peu l'axe des cylindres. (*Extrait d'un Mémoire de* M[r] .....)

Les plus grands inconvéniens des pontons cylindriques nous paraissent être d'exiger de longues voitures pour leur transport, et de ne pas pouvoir les conduire à la rame; ce qui ne permet pas non plus de les employer comme les pontons ordinaires ou les bateaux, pour faire passer brusquement quelque corps d'infanterie d'un bord d'une rivière à l'autre. Dans les pays où les transports par voitures sont très-difficiles, et où l'on ne peut espérer de rencontrer des bateaux ou d'autres moyens de passage, il est indispensable de mener avec soi le matériel nécessaire à l'établissement de quelques ponts; mais, en pareil cas, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de transporter, à dos de mulet, quelques chevalets légers, ou des caisses dans le genre de celles dont on fera mention à la section V. Toutes les fois qu'on pourra se servir de voitures, nous croyons qu'au lieu de les employer au transport de pontons cylindriques, il sera préférable de leur faire porter quelques pontons ordinaires ou quelques bateaux.

Nous ajouterons aux détails donnés plus haut

sur les pontons cylindriques, que le colonel Pasley en a fait récemment exécuter en Angleterre, qui sont d'un modèle beaucoup plus petit que ceux dont M. Dupin rapporte les dimensions. Ils sont formés de feuilles de cuivre très-fortes, assemblées sur une espèce de carcasse en bois : ces pontons présentent cela de particulier, qu'ils sont coupés par le milieu, c'est-à-dire qu'ils se composent de deux demi-pontons que l'on réunit ou que l'on sépare à volonté ; l'objet de cette disposition est principalement de rendre le chargement et le déchargement plus faciles, et de ne pas exiger des voitures aussi longues que pour les pontons indiqués ci-dessus.

Chaque demi-ponton est formé d'une partie cylindrique et d'un cône très-court, et par conséquent fort obtus. Deux demi-pontons placés l'un à côté de l'autre, et fixés par des bandes de fer à un cadre en bois, forment une demi-travée : lors de la construction du pont, les deux moitiés d'une même travée sont réunies ensemble par des clameaux en fer. Une voiture transporte facilement une demi-travée, avec les poutrelles et les madriers de la portion correspondante du tablier. Sur le cadre qui réunit deux demi-pontons, on place, à volonté, deux pièces de bois parallèles aux axes des cylindres et formant garde-fou, et l'on obtient ainsi une espèce de radeau que l'on peut facilement conduire à la rame: on peut, en outre, pour mieux assurer la

marche de ce radeau, placer entre les deux demi-pontons, et du côté opposé aux cônes, un aviron faisant l'office de gouvernail, fixé à une traverse qui réunit les deux pièces de bois dont nous venons de parler. Un pareil radeau transporte, sans qu'il y ait aucun danger, tous les hommes qu'il est possible de placer sur son tablier.

Les demi-pontons en cuivre du colonel Pasley ne sont point encore définitivement approuvés pour les armées anglaises; jusqu'ici on s'est borné à des essais, et les épreuves ont été satisfaisantes. Le seul reproche que l'on puisse faire à ces pontons, c'est de coûter fort cher. (*Le trad.*)

SECTION TROISIÈME.

Ponts de bateaux.

Les passages de rivières étant d'une importance majeure dans les opérations des armées, il faut, à l'ouverture d'une campagne, chercher, par un mouvement rapide et bien déguisé, à s'emparer de tous les bateaux qui se trouvent sur les rivières à proximité du théâtre de la guerre.

Après avoir rassemblé des bateaux pour la construction des ponts, le premier soin doit être de mesurer leur capacité, et de les classer suivant leurs dimensions. Il ne faut pas, dans le même pont, employer des bateaux de grandeurs trop différentes, si l'on peut en trouver un nombre suffi-

sant qui aient à peu près les mêmes dimensions; des bateaux qui diffèrent de capacité s'enfonçant inégalement sous le même poids, il en résulte que les bords ne se trouvent plus à la même hauteur, et que le tablier du pont ne peut être de niveau. Si les bateaux sont très-larges, la différence de capacité sera de peu de conséquence, attendu qu'un poids considérable, même celui d'une pièce de canon, produira des immersions à très-peu près égales.

Lorsque, dans la construction d'un pont, l'on se sert de bateaux dont la grandeur n'est pas la même, il faut réduire en proportion les intervalles entre les plus petits bateaux : il est nécessaire aussi d'avoir recours à quelques précautions afin de rendre le tablier du pont horizontal, et de laisser aux bateaux assez de jeu pour qu'ils puissent se mouvoir isolément, de manière que le pont obéisse au mouvement ondulatoire causé par le vent ou le courant, sans que les poutrelles se rompent.

Supposons que ces dernières soient attachées les unes aux autres, et qu'elles portent à la fois sur les deux bords des bateaux : si ceux-ci, par l'effet de l'agitation de la rivière, tendent à tourner, à s'élever ou à s'abaisser, et à prendre enfin une des positions AB, CD, EF (*fig.* 1, *pl.* 3), il est évident qu'il y aura un effort exercé pour rompre le pont; si, au contraire, les poutrelles vont seulement d'un bateau à l'autre, sans appuyer à la

fois sur les deux bords du même bateau, ceux de ces bateaux qui n'auront pas une très-grande capacité s'enfonceront ou s'inclineront considérablement sous une charge un peu forte.

Pour parer à ces inconvéniens, on établit, dans le sens de la longueur de chaque bateau, une espèce de tréteau ou chevalet A B (*fig.* 2), qui s'élève un peu au-dessus des plats-bords : la longueur de ce chevalet se règle d'après la largeur que doit avoir le pont. On met huit poutrelles par travée, et on les prend à peu près carrées, afin qu'elles aient en même temps une grande force et beaucoup de stabilité (1).

---

(1) De toutes les poutres rectangulaires que l'on peut tirer d'un arbre d'une grosseur donnée, celle qui supportera le plus grand poids sans se rompre, aura sa hauteur et sa largeur dans le rapport de la diagonale au côté du carré. Soit en effet d le diamètre d'un arbre, et x la largeur d'une poutre rectangulaire inscrite, auquel cas la hauteur sera égale à $\sqrt{d^2-x^2}$: on sait que la force d'une pièce de bois équarrie qui porte par ses extrémités sur deux points d'appui, est proportionnelle au produit de sa largeur par le carré de sa hauteur : cette force sera donc ici proportionnelle à $x(d^2-x^2)$, et elle sera un *maximum* lorsque le coefficient différentiel d^2-3x^2 égalera zéro, c'est-à-dire lorsqu'on aura $x=\sqrt{\frac{1}{3}}d$, ce qui donne $\sqrt{d^2-x^2}$ (ou la hauteur de la poutre *maximum* de force) $=\sqrt{\frac{2}{3}}d$, résultat conforme à ce que nous avons annoncé.

La coupe carrée adoptée généralement pour les poutrelles des ponts, n'est pas la plus avantageuse sous le rapport de la résistance des bois, et les mêmes arbres qui fournissent ces poutrelles, donneraient des pièces capables de supporter de

La longueur des poutrelles dépend de l'intervalle que l'on établit entre les bateaux, et cet intervalle dépend à son tour de la capacité des bateaux, de leur nombre et de la force des bois qui servent de poutrelles. Si les bateaux sont larges, les intervalles doivent être considérables, pour ne pas opposer trop d'obstacle au courant. Si l'on peut se procurer des poutrelles de longueur et d'équarrissage suffisans, et que le bois soit d'ailleurs de bonne qualité, il faut mettre au moins 20 pieds (6.^{m}5) d'intervalle d'un chevalet à l'autre : cette distance peut même être considérablement augmentée si les bateaux sont du port de vingt à trente tonneaux.

Les poutrelles sont posées sur le tréteau ou chevalet AB (*fig.* 2) ; leurs extrémités sont reçues dans des encastremens particuliers dans lesquels elles jouent quand le bateau obéit au mouvement de l'eau. Les bateaux sont maintenus à l'avant et à l'arrière par des ancres ; ils sont de plus réunis les uns aux autres par des pièces de bois qui ont le double objet de conserver l'espacement des bateaux et de résister à un effort qui

---

plus grandes charges, s'ils étaient équarris suivant le principe que nous venons d'indiquer ; mais ces pièces auraient trop de tendance à se renverser sur leur grand côté lorsque les ponts seraient fortement agités, et c'est pour satisfaire à la fois aux conditions de stabilité et de force que l'on fait les poutrelles à peu près carrées.



se reporterait sur les poutrelles; d'autres fois on tend des cinquenelles d'un bord à l'autre, et l'on y amarre les bateaux. Au lieu de cette disposition, on peut placer les poutrelles sur une espèce de pont fixé au centre des bateaux, leurs extrémités reposant alors sur une pièce de bois AA (*fig.* 3) (1). La figure 4[e] de la planche 3[e], fait voir les différentes positions que peuvent prendre les bateaux d'un pont construit suivant ce procédé, sans faire rompre et même sans fatiguer aucunement les pièces qui le composent.

Dans le petit nombre de traités publiés sur le sujet qui nous occupe, on recommande de placer les bateaux suivant une courbe dont la convexité soit tournée en amont, cette disposition étant, dit-on, plus favorable pour résister à l'effort du courant (2); mais le résultat de cet arrangement est de rejeter sur les chevalets et les poutrelles un effort que les cinquenelles et les ancres devraient supporter, et l'on se met par là tout-à-fait en opposition avec le grand principe sur lequel repose uniquement la solidité d'un pont exposé à des vagues un peu fortes, principe qui

---

(1) Les poutrelles des ponts de bateaux, établis par l'armée anglaise, dans la dernière guerre de Portugal, à Villa-Velha (sur le Tage, dix lieues au-dessus de Belver) et à Porto, étaient disposées de cette manière. Le pont de Porto avait près e 300 mètres.

(2) Voy. l'*Aide-Mémoire*, pag. 1180 et 1197. (*Note du trad.*)



consiste à ne pas trop gêner le mouvement particulier de chacun des bateaux (1).

(1).... On plante un piquet sur le bord de l'eau, puis, se retirant un peu en arrière et dans une direction perpendiculaire à la rive sur laquelle on se trouve, on peut aisément voir sur la rive opposée le point où doit aboutir l'extrémité du pont; on fait planter en ce point un second piquet qui reste pendant toute la construction du pont, et qui sert à indiquer la direction du milieu du tablier : cette direction doit être *en ligne droite* d'un bord à l'autre de la rivière. A la vérité, quelques praticiens pensent que, sur les grands fleuves, les ponts de bateaux ou de pontons, pour être mieux en état de résister au courant, doivent former une courbe dont la convexité soit en amont; mais, en y réfléchissant un peu, on verra bientôt que tout le résultat de ce mode de construction, est de faire prendre aux poutrelles une position qui est beaucoup trop oblique pour que le pont puisse avoir, nous ne dirons pas une force supérieure, mais seulement une force égale à celle qu'il aurait s'il était disposé en ligne droite. La comparaison que l'on veut faire d'un pont de bateaux ou de pontons à une voûte qui tire toute sa stabilité de la courbure même qu'on lui donne, cette comparaison, disons nous, n'est nullement exacte; parce que toutes les parties dont se compose le tablier d'un pont, sont formées d'élémens rectilignes d'une longueur finie, et que dans le cas d'un pont courbe, ces élémens ne peuvent jamais se trouver assez rapprochés et assez bien en contact. Pour construire un pont en forme de voûte, il faudrait se servir de poutrelles courbes, mais c'est ce qu'on ne fait pas; au reste, le seul avantage qu'on en retirerait, serait de rendre le travail un peu plus long et plus difficile. Après tout, de nombreux essais confirment ce qui nous a toujours paru bien évident, savoir, qu'un pont construit en ligne droite aura toute la solidité qu'un pont puisse avoir, si l'on

J'extrais d'un ouvrage français (1) les dimensions suivantes, que l'on indique comme celles qui conviennent aux bateaux propres à la construction des ponts sur le Danube, le Pô et le Tanaro.

Pour le Danube.

Longueur.	60 pieds	0 pouces.
Plus grande largeur	12	»
Profondeur.	2	10

Pour le Pô.

Longueur	50	»
Largeur au fond.	10	»
Largeur en hant	12	»
Profondeur.	2	6

---

ne néglige d'ailleurs aucune des précautions nécessaires pour arriver à ce but. (*Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter *band*, *seite* 24.)

On tendra les ponts en ligne droite, sans leur faire présenter un saillant en amont.

Les ponts courbés forment, dit-on, voûte contre le courant. Mais comment peut-on courber un pont de bateaux construit, par exemple, par le pontage ordinaire? Les poutrelles sont droites; étant jumelées, elles se prolongeront en ligne droite. Si, pour courber le pont, on jumelle les poutrelles sans les bien réunir, il perd sa solidité. Si on courbe le pont en remontant les bateaux sur les cordages d'ancres, quand il est presque terminé, on désassemble les parties, et l'on fatigue mal à propos les clameaux ou les commandes de pontage. (*Guide du Pontonnier*, page 98.)

(1) L'Aide-Mémoire, page 1188. (*Notes du trad.*)

Pour le Tanaro.

Longueur de la quille.	22	»
Plus grande largeur	8	»
Profondeur.	3	4

Les dimensions des deux premiers bateaux dépassent de beaucoup ce qui serait strictement nécessaire pour la construction de ponts sur le Danube ou le Pô; et je pense qu'elles ne sont indiquées que comme étant celles des bateaux généralement en usage pour la navigation de ces fleuves.

Dans le cas de rivières fort larges (1) et sujettes à de grandes marées, il est très-difficile de donner aux ponts une flexibilité proportionnée aux grands mouvemens que l'agitation des flots tend à communiquer aux bateaux, et de disposer ces ponts de manière à pouvoir s'élever ou s'abaisser avec la marée. Pour des rivières de six à sept cents pieds de largeur, on peut déjà se servir de très-grands bateaux ou même de petits bâtimens de 20 à 30 tonneaux; et en pareil cas les intervalles doivent être si considérables, qu'il de-

(1) Parmi les ponts de bateaux d'une étendue remarquable, on peut citer celui qui fut établi sur le Dniéper en 1739 : « Quoique ce fleuve fût débordé et qu'il couvrît deux lieues de pays, les Russes jetèrent un pont de bateaux qui traversait toute cette largeur. » *Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften; 1ter band. seite* 19. (*Note du trad.*)

vient presque impossible de se procurer des bois de dimensions suffisantes pour servir de poutrelles.

La construction d'un pont sur l'Adour, en 1814, présentait ces difficultés (1) : sur l'avis du lieutenant-colonel d'état-major Sturgeon, auquel se joignirent le major Tod et d'autres officiers d'un mérite distingué, le duc de Wellington se détermina à employer, au lieu de poutrelles, des câbles traversant toute la rivière, et soutenus par des bateaux qui seraient amarrés à la distance de 11 à 12 mètres l'un de l'autre, cette distance étant comptée de milieu en milieu (*pl.* 4[e]). Indépendamment des autres avantages qui devaient résulter de cette disposition, on observa que, dans le cas d'une rupture de l'estacade qui serait établie en amont pour garantir le pont contre les brûlots de l'ennemi, les câbles qui supporteraient le tablier, pourraient encore servir à protéger les navires à l'ancre au-dessous de ce pont.

Lord Wellington, étant en communication avec une forte escadre à proximité de la côte, fit toutes les dispositions relatives à la construction du pont avant qu'aucun de nos navires pénétrât dans l'Adour.

Quarante-huit chasse-marées (2) furent pris

---

(1) Pour le passage de l'Adour, voyez la section IV.

(2) Un chasse-marée (fig. 1 et 2, pl. 4) est une espèce de

dans les ports de Saint-Jean de Luz, du Socoa et du Passage; on les rassembla au port du Socoa(1), et l'on munit chacun d'eux de quarante-huit madriers de 3 pouc. d'épaisseur, 9 pouc. de largeur et 12 pieds de longueur; un dormant de 10 pouces d'équarrissage, entaillé comme l'indique la fig. 5e, pl. 4e; deux scies à main, deux haches, et deux paquets de cordeaux pour attacher les madriers aux 1er et 5e câbles.

Deux hommes du corps des sapeurs et mineurs furent mis dans chacun des navires pour en niveler les plats-bords et le pont, de manière que l'on pût tendre les câbles aussitôt que les bâtimens seraient placés. Le tablier devait être soutenu comme nous avons dit, par cinq câbles que l'on attacherait aux entailles des dormans disposés de l'avant à l'arrière sur le pont de chaque navire. En conséquence, cinq câbles d'un pied de tour chacun, et de cent vingt brasses de longueur(2), furent placés sur les chasse-marées qui devaient former le milieu du pont, et préparés de façon qu'on pouvait en porter les extrémités à droite et à gauche de ce milieu en même temps.

---

petit navire en usage sur les côtes de la baie de Biscaye; ils sont du port de 20 à 40 tonneaux; leurs dimensions sont généralement de 45 à 47 pieds (15.m) pour la longueur du pont, et 12 ou 15 pieds (4 à 5 mètres) pour sa largeur.

(1) Le petit fort du Socoa avait été évacué par les Français.

(2) C'est la longueur ordinaire des câbles : on ajouta à ceux-ci des bouts de câbles de 15 à 20 brasses. (*Notes du trad.*)



Le lit du fleuve était formé par deux digues verticales construites en pierres, ayant 13 pieds de hauteur sur une largeur à peu près égale. Du côté de la rive gauche, le sable venait arraser le sommet de la digue; sur la rive droite, le terrain naturel, en arrière de la digue, était de 12 pieds plus bas que le sommet de la maçonnerie, et la haute mer le recouvrait de 7 pieds d'eau. Les plus grandes marées étaient de 13 pieds.

Sur la rive droite, on attacha l'extrémité de chacun des câbles à une pièce de 18 en fonte A (*fig.* 2, *pl.* 4); ces pièces furent renversées par-dessus la digue. On recouvrit de peaux fraîches les parties de câbles qui portaient sur la maçonnerie, pour les garantir du frottement. Sur la rive gauche, les câbles furent maintenus par des cabestans et des palans (1) fixés à un cadre en bois placé sur le sable en arrière de la digue, et 3 pieds plus bas que le sommet de la maçonnerie (*fig.* 3 et 4). Pour empêcher que ce cadre ne fût soulevé par l'effet de la tension des câbles, on le chargea de sacs à terre à sa partie postérieure.

---

(1) On appelle *palan* l'ensemble de plusieurs rouets de poulies réunis par une même chape. Ordinairement le palan est formé de deux poulies, l'une simple et l'autre à double gorge : le garant ou cordage sur lequel on fait effort passe dans une des gorges de la poulie double, puis dans la poulie simple, puis enfin dans l'autre gorge de la poulie double. (*Note du trad.*)



Aux détails ci-dessus nous ajouterons quelques renseignemens qui nous ont été communiqués par les officiers faisant partie de la garnison de Bayonne, lors du blocus de 1814. (Le trad.)

Le pont jeté sur l'Adour, le 25 et le 26 février, était placé au-dessous du village du Boucaut, aux deux tiers environ de la longueur des jetées en maçonnerie, ces deux tiers étant comptés à partir des extrémités d'amont.

Vingt-deux chasse-marées furent employés à sa construction (1); chacun de ces bâtimens était maintenu contre le courant du flux ou du reflux par deux ancres jetées l'une en amont et l'autre en aval : la plupart de ces ancres étaient attachées à de fortes chaînes de fer; les bâtimens étaient réunis à leurs extrémités par une corde qui allait de l'un à l'autre, comme dans les ponts de bateaux ordinaires.

Les madriers du tablier étaient en bois de sapin; ils étaient attachés, comme on a dit plus haut, aux deux câbles ou cinquenelles extrêmes, par une petite corde de dix à douze millimètres de diamètre, qui passait alternativement par dessus et par dessous chaque madrier, de manière à embrasser toujours la cinquenelle. Pour maintenir cet assemblage et empêcher les ma-

(1) C'est par erreur que les figures 1 et 2 de la planche 4 représentent vingt-cinq bâtimens. (*Note du trad.*)

driers de glisser, on avait pratiqué deux entailles ou coches à chacune de leurs extrémités : ces deux coches n'étaient point vis-à-vis l'une de l'autre, il s'en fallait d'un peu plus que la largeur de la cinquenelle.

Du côté du Boucaut, les câbles étaient retenus par de fortes ancres, dont les pattes entraient dans le sable au-dessous de la digue; pour que ces ancres ne fussent pas soulevées par l'effet de la grande tension des câbles et de l'obliquité de leurs directions par rapport aux verges, on avoit établi sur celles-ci un lit de poutrelles chargées de grosses pierres; pour plus de sûreté, on avait encore attaché un canon de fonte à l'organeau de chacune des ancres. Ces canons sont ceux dont l'auteur anglais fait mention.

Du côté du village d'Anglet, c'est-à-dire sur la rive gauche, les câbles étaient tendus par des palans et des cabestans, ainsi qu'on l'a déjà expliqué.

Les hommes, les chevaux et les canons passaient habituellement sur le pont; il formait, par sa différence de hauteur avec les digues, des rampes très-glissantes et surtout très-roides à marée basse. Pour faire monter ces rampes par l'artillerie, il fallait atteler aux pièces bon nombre de chevaux qui tiraient à terre.

Les arrivages au pont, du côté de la rive gauche, se faisaient par la digue même qui arrase le terrain naturel, comme nous avons dit. Du côté

du Boucaut, on avait établi, sur pilotis, une rampe en charpente, par laquelle on gagnait, à travers les sables, les chemins qui aboutissent à la citadelle.

En amont du pont, et pour le garantir des brûlots qui pouvaient venir de la place, il y avait une forte chaîne fixée à deux ancres engagées dans les digues; cette chaîne était soutenue sur l'eau par des mâts de 38 à 40 centimètres de diamètre, placés bout à bout. Deux chaloupes canonnières étaient embossées près de cette estacade pour la défendre.

Les Anglais ne construisirent sur la rive droite aucun ouvrage de fortification pour protéger la tête de leur pont contre les sorties de la garnison. La description que nous avons donnée de la nature du terrain sur cette rive, indique assez qu'il n'était guère possible d'y élever des ouvrages qui pussent couvrir le pont.

Jusqu'alors on avait regardé la construction d'un pont sur l'Adour comme tout-à-fait impossible dans cette partie de la rivière, à cause de l'agitation continuelle de la mer dans le chenal. Une circonstance particulière qui favorisa beaucoup l'établissement de ce pont, au commencement de 1814, fut la position très-oblique qu'avait alors la passe par rapport à la barre de l'embouchure. Cette passe, au sortir de l'Adour, était presque parallèle à la côte, et la barre formait comme une traverse continue qui rompait les

lames venant du large, et diminuait par conséquent l'agitation de l'eau dans la rivière.

Le pont construit par les Anglais resta tendu pendant plus de deux mois : durant tout ce temps, le passage ne fut pas un seul moment interrompu, et le pont ne souffrit aucun dommage considérable des tempêtes, qui sont cependant fréquentes dans le golfe de Biscaye, et dont la violence fut extraordinaire au printemps de 1814. (*Le trad.*)

Le plus grand inconvénient qui résulte de la substitution des câbles aux poutrelles, c'est qu'il est impossible de rétablir la navigation en ôtant un ou deux navires avec la portion de tablier qu'ils supportent. Les câbles, en effet, étant tendus d'un bord à l'autre, et ne portant que sur les bateaux, ne peuvent présenter quelque solidité qu'en traversant toute la rivière sans aucune interruption; ils sont, d'ailleurs, beaucoup plus coûteux que les poutrelles, et sont promptement endommagés, quelques précautions que l'on prenne. D'où l'on voit que ces câbles, dont l'emploi est excellent comme moyen provisoire et temporaire, doivent être remplacés par des poutrelles aussitôt qu'il est possible de s'en procurer(1) : il faut seulement, en faisant cette substi-

(1) Il paraît certain que les Anglais, après avoir fait passer le gros de leur infanterie et de leur cavalerie sur le pont de l'Adour, et après s'être bien établis dans les environs de la

tution, avoir soin de donner au pont assez de flexibilité pour qu'il puisse obéir aux ondulations occasionées par les grands vents. Les détails dans lesquels nous venons d'entrer se rapportant à une application des cordages aux ponts de bateaux, nous n'avons pas jugé convenable d'en parler à l'article des ponts de cordages, dont nous nous occuperons dans une autre section.

Ponts de bateaux portatifs.

Les dimensions des grands bateaux construits dans les arsenaux de France et d'Espagne pour le service des ponts, sont, d'après l'*Aide-Mémoire*, pag. 1192, et le *Traité d'Artillerie* de Morla, tom. 1er, pag. 513.

Longueur, 35 pieds (11.^{m}37); largeur en haut, 6 pieds 6 po. (2.^{m}11); largeur en bas, 4 pieds 6 po. (1.^{m}46). Ils ont un avant et un arrière-bec.

Leur poids est de 5250 livres (2570 kilog.).

Ils sont trop pesans pour que les agrès puissent être transportés sur les mêmes voitures que les

---

citadelle, substituèrent momentanément aux câbles qui soutenaient les madriers, des longerons, dont ils trouvèrent une grande quantité dans les magasins de l'entrepreneur des fortifications au Boucaut. L'objet de cette substitution était de donner au pont une solidité qui permît d'exécuter, sans danger, les grands mouvemens d'artillerie que nécessitait l'investissement. (*Note du trad.*)

bateaux, et leur largeur surpasse ce qui est généralement nécessaire; leur poids est d'ailleurs excessif: on pourrait très-certainement les construire de manière à peser moins de 1500 kilog.

Un train de bateaux pour le passage des rivières de 300 à 350 mètres de largeur, se compose de (1):

	Nombre de bateaux ou voitures.	Nombre de chevaux pour chaque voiture.	Nombre total des chevaux.
Bateaux	60	»	»
Haquets pour transporter les bateaux	60	10	600
Haquets de rechange	6	4	24
Petits bateaux allant à la rame (2)	6	»	»
Haquets pour ces bateaux	6	6	36
Haquet de rechange	1	4	4
Caissons pour machines, cordages, roues de rechange, essieux, ferrures, etc.	30	4	120
Caissons d'outils	2	4	8
Caissons pour les instrumens à calfater	4	4	16
Voitures pour les poutrelles et les madriers	190	4	760
Forges de campagne	2	4	8
TOTAL	367	»	1576

(1) D'après l'Aide-Mémoire, pag. 423.

(2) Ces petits bateaux doivent être en plus grand nombre

Les bateaux se placent ordinairement à la distance de 15 à 20 pieds de milieu en milieu, et le pont doit être construit en un jour(1).

J'insisterai un peu sur les dimensions que doivent avoir les bateaux portatifs, parce que, dans le cas où l'on n'a point de pontons, et où l'on ne peut être aidé par la marine, il est possible que des officiers soient chargés de faire construire des bateaux pour jeter des ponts.

Lorsque ces ponts doivent être établis sur des rivières d'une largeur moyenne, il faut calculer la capacité et le poids des bateaux, de façon que l'on puisse transporter sur la même voiture un bateau et tous ses agrès (2).

Un bateau de 21 à 22 pieds anglais de longueur ($6.^{m}40$ à $6.^{m}70$), sur 4 pieds 10 pouc. de largeur au fond ($1.^{m}47$), est le plus long, et en même temps le plus large que l'on puisse commodément transporter sur une voiture dont l'essieu a

---

qu'on ne l'indique ici. On verra à la fin de cette section des preuves de leur utilité.

(1) Il faut environ trois heures pour construire un pont de 100 toises avec les bateaux d'un équipage de campagne, lorsqu'on n'éprouve pas de difficultés imprévues. *Guide du Pontonnier*, page 275. (*Note du trad.*)

(2) Les dimensions du ponton en bois indiqué dans l'Aide-Mémoire, page 1191, sont les suivantes : longueur, 22 pieds 6 pouces ($7.^{m}30$) ; largeur, 8 pieds ($2.^{m}60$) ; profondeur mesurée extérieurement, 2 pieds 4 pouces ($0.^{m}76$).



la longueur ordinaire (1). Des bateaux ayant ces dimensions peuvent être renversés comme des pontons, et recouvrir tous leurs agrès ; mais il faut de grandes précautions pour les garantir de l'action du soleil, qui, dans les pays chauds, aurait bientôt fendu les bordages et ouvert les sutures. Si les bateaux ne sont pas renversés, leurs agrès ne peuvent plus être transportés sur les mêmes voitures, à moins que les bordages des bateaux ne soient extrêmement forts, encore auraient-ils beaucoup à souffrir, dans la route, de l'action d'un si grand poids.

Les grands et lourds bateaux dont les agrès sont transportés sur des voitures à part, doivent être placés dans leur position naturelle sur les haquets : dans cette situation, en effet, il est plus facile de les mettre à l'eau, et si le bord de la rivière est peu roide, il suffit pour cela de faire entrer les haquets dans l'eau, jusqu'à ce que les bateaux se mettent à flotter. Dans tous les cas, cette manière de transporter les bateaux est celle qui présente le moins de difficulté pour les charger sur les haquets ou pour les décharger. Cette disposition permet, en outre, de placer sur des haquets ordinaires des bateaux un peu plus larges en haut qu'en bas, et cette forme

(1) Des bateaux allant à la rame, capables de contenir quarante ou cinquante hommes, peuvent être transportés sur des voitures. Voyez les exemples cités à la fin de cette section.

est à la fois plus avantageuse et plus solide que celle des bateaux à parois verticales. Il faut seulement avoir soin que la partie du haquet sur laquelle porte le bateau soit bien garnie ou rembourrée, pour éviter les lésions que pourrait occasioner le frottement.

Pour les ponts construits sur des rivières peu larges, et qui ne sont pas sujettes aux effets des marées ou à des crues considérables et subites, les poutrelles peuvent être placées comme nous l'avons indiqué pour les pontons, c'est-à-dire, qu'elles peuvent porter sur trois bateaux. Mais, pour les ponts jetés sur des rivières larges et rapides, les intervalles entre les bateaux étant nécessairement considérables, et les poutrelles ne devant aller que d'un bateau au bateau voisin pour que le pont puisse se prêter au mouvement ondulatoire de la rivière, il faudra que ces bateaux soient capables de supporter une plus grande charge que dans le premier cas.

On voit donc que les dimensions à donner aux bateaux dépendent des circonstances dans lesquelles on doit les employer, et de la nature des rivières qui traversent le pays théâtre de la guerre.

Pour les petites rivières, on peut construire des bateaux ayant les dimensions suivantes (leur longueur est à peu près moyenne entre celles des grands et des petits pontons en métal) :

	pieds anglais.	pouces.	mètres.
Longueur en haut	18	1	5.51
Longueur en bas	14	9	4.49
Largeur	4	10	1.47
Profondeur	2	3	0.68

Poids du bateau (approximativement). 400 kilog.
Poids des agrès (à peu près le même que pour les petits pontons)..... 425
Poids du haquet.................. 625

TOTAL....... 1450 kilog.

Trouver la profondeur à laquelle s'enfoncera ce bateau sous un poids donné.

Reprenons l'équation $x = -\frac{pn}{d} + \sqrt{\frac{p^2n^2}{d^2} + \frac{pP}{500\,l\,d}}$ que nous avons donnée en parlant des pontons (*voyez* page 44), et dans laquelle P étant un poids connu, x est l'immersion correspondante.

Pour appliquer cette équation au cas que nous examinons, il suffira de faire $n = 4.49$, $d = 1.02$, $p = 0.68$, $l = 1.47$; ce qui la transformera en celle-ci :

$$x = \sqrt{8.9700 + 0.0009066\,P} - 2.995 \; \text{..(A)}.$$

Si l'on voulait connaître le poids correspondant à une immersion donnée, on résoudrait l'équation précédente par rapport à P, et l'on aurait :

$$P = 1103.02\,x^2 + 6607.10\,x.$$

Pour trouver la quantité dont le bateau sera immergé par l'effet de son propre poids et de

celui des agrès, il faudra dans l'équation (A) supposer $P = 825$ kilog., ce qui donnera $x = 0.^{m}121$.

Voyons maintenant de combien cette immersion sera augmentée par la charge que supportera le pont lors du passage de l'infanterie, de la cavalerie ou des pièces de campagne.

Pour trouver le poids porté par chaque bateau, dans le cas d'une colonne d'infanterie défilant sur le pont, nous supposerons les hommes sur quatre de front, et marchant les rangs serrés.

Avec l'intervalle ordinaire de 5 pieds anglais (à peu près $1.^{m}50$) entre les bateaux, chacun d'eux aura à supporter environ cinq files ou vingt hommes, qui, à raison de 80 kilog. par homme, font un poids de 1600 kilog. Ajoutant 825 kilog. pour le poids du bateau et des agrès, nous avons un total de 2425 kilog. L'équation (A) donne pour la valeur de x correspondante à ce poids, $x = 0.^{m}350$, et si, de cette immersion totale nous retranchons $0.^{m}121$, dont le bateau s'enfonce par son poids et celui des agrès, il restera $0.^{m}229$ pour la quantité dont la charge de vingt hommes fait enfoncer un bateau. Cette charge est la plus forte qui puisse résulter du passage d'une colonne d'infanterie; il ne faudra même adopter cet ordre de marche, qu'autant que le courant de la rivière sera très-faible, et en général il vaudra mieux ne pas faire serrer les rangs. Dans tous les cas, l'immersion causée par le poids d'une colonne d'infanterie étant considé-

rable, il faudra charger le pont graduellement et faire défiler les hommes d'une manière à peu près uniforme.

Le tablier du pont n'a que 2.^{m}90 de largeur entre les pièces de guindage posées sur l'extrémité des madriers; la cavalerie ne peut, par conséquent, marcher que sur deux chevaux de front, et l'espace occupé par un cheval en marche étant d'environ 3 mètres (ce qui fait une largeur de bateau et un intervalle), chaque bateau n'aura à supporter que le poids de deux cavaliers et de deux chevaux.

Le poids d'un cheval de cavalerie est d'environ 450 kilog.; le poids d'un cavalier, avec ses armes et son bagage, est de 138 kilog.: ce qui fait un total de 588 kilog., et, pour les deux hommes et les deux chevaux, 1176 kilog. Ajoutant le poids du bateau et de ses agrès, c'est-à-dire 825 kilog., nous aurons 2001 kilog. D'après l'équation (A), la valeur de x correspondante à cette valeur de P, est 0.^{m}290; et si, de cette immersion totale, nous retranchons la quantité dont le bateau s'enfonce par l'effet de son propre poids, il restera 0.^{m}290 — 0^{m}121, c'est-à-dire 0.^{m}169 pour l'immersion occasionée par le poids des deux cavaliers.

Le poids total d'une pièce de 9 (1), y compris

(1) Cette pièce n'est en usage que dans les armées anglaises: le calibre du canon et celui du boulet ne surpassent que de 1 ligne et 7 points (0.^{m}00357) le calibre de notre pièce de 8



l'affût et l'avant-train, est environ de 2216 kilog.; mais, en laissant 12 pieds anglais (3.^{m}66) d'intervalle entre les pièces, ce poids sera réparti sur trois bateaux au moins, si les poutrelles sont disposées comme on l'a dit pour les ponts de pontons.

Les détails dans lesquels nous venons d'entrer, relativement à la charge que peut supporter un bateau ayant les dimensions indiquées ci-dessus, nous amènent à conclure qu'au lieu d'avoir des pontons de deux grandeurs différentes, il serait préférable de n'avoir qu'une seule espèce de pontons, auxquels on donnerait les dimensions de ce bateau; on aurait, en outre, un équipage de bateaux pour les rivières larges et rapides.

Voyons maintenant si, dans le cas d'un pont à jeter sur une rivière de cette espèce, on peut, avec ces bateaux, faire usage de petites poutrelles allant seulement d'un bateau au bateau voisin.

La distance entre les essieux de l'affût et de l'avant-train d'une pièce de 9, étant de 2.^{m}75, et les bateaux étant à 3 mètres d'intervalle mesurés de centre en centre, il résulte que la pièce et l'avant-train seront toujours supportés par deux

et de son boulet. L'ancienne pièce de 8 française pèse 3912 livres (1916 kilog.); savoir: 2100 livres (1029 kilog.) pour le canon, et 1812 livres (887 kilog.) pour l'affût et l'avant-train. (*Note du trad.*)

bateaux au moins; si les poids du canon et de l'avant-train étaient égaux, chaque bateau supporterait 1108 kil., et ce poids ajouté aux 825 kil. que pèsent le bateau et ses agrès, donnerait une charge totale de 1933 kilog. L'immersion correspondante à cette charge est de 0.^{m}285; si l'on en retranche 0.^{m}121 dont le bateau s'enfonce sous son propre poids, il reste 0.^{m}164 pour l'immersion produite par la moitié du poids d'une pièce de 9 et de son avant-train.

Mais le poids de cette pièce ne se partage point par moitié sur les deux bateaux : celui qui supporte la pièce elle-même est plus chargé que celui qui supporte l'avant-train. On peut estimer que le bateau qui porte le plus est chargé d'un poids de 1275 kilog. Si nous y ajoutons le poids du bateau, c'est-à-dire 825 kilog., nous aurons pour poids total 2100 kilog. L'immersion correspondante est de 0.^{m}301; si nous en ôtons ce dont le bateau s'enfonce sous son propre poids, il reste 0.^{m}180 pour l'immersion occasionée par la pièce de 9. La hauteur du bateau étant 0.^{m}68, nous voyons que ses plats-bords se trouveront encore à 0.^{m}379 (1 pied 2 pouces) au-dessus de la surface de l'eau.

Lorsqu'une colonne d'infanterie défile sur un pont, ce dernier se trouve à peu près uniformément chargé sur toute sa longueur, et, dans ce cas, il est tout-à-fait indifférent, relativement au poids que peut supporter le pont, qu'on ait em-

ployé de petites poutrelles allant seulement d'un bateau à l'autre, ou de longues poutrelles s'appuyant sur trois bateaux à la fois : dans les deux suppositions, en effet, chaque bateau n'aura toujours à porter que le poids qui repose sur une travée, c'est-à-dire sur une longueur de tablier égale à la largeur du bateau et à la grandeur d'un intervalle. Ainsi, pour le cas que nous considérons, chaque bateau supporterait le poids de vingt hommes, et serait immergé de o.m350. Mais, en faisant usage de petites poutrelles, on donne au pont une flexibilité qui permet aux bateaux de s'élever ou de s'abaisser avec la surface de l'eau, et de résister aux ondulations qui briseraient un pont construit avec de longues poutrelles. L'avantage de celles-ci, c'est de permettre de faire passer sur le pont des fardeaux considérables qui n'occupent qu'une très-petite longueur du tablier, comme, par exemple, une forte pièce d'artillerie; mais, en pareil cas, si la rivière est agitée, et qu'il ait fallu employer de petites poutrelles, on séparera la pièce de son avant-train et on la fera tirer à bras.

Il faut mettre, les grosses pièces de campagne dans l'encastrement de route, pour répartir plus également le poids sur les quatre roues. Il faut aussi fixer à l'avant des bateaux des planches verticales qui dépassent les plats-bords de 6 à 7 pouces; enfin, les pompes et les écopes doivent être toutes prêtes pour en faire usage s'il est nécessaire.

En ayant recours à ces précautions et à celles dont nous avons déjà parlé, on sera vraiment étonné des fardeaux que l'on pourra faire supporter à notre pont de bateaux; la conviction où je suis de ce que j'avance ici, me conduit à affirmer qu'un bateau ou un ponton ayant les dimensions indiquées ci-dessus, est suffisant pour toutes les circonstances qui peuvent se présenter habituellement: et en effet, le calcul nous a fait voir que le plus grand poids que ce bateau ou ponton ait à supporter, est celui d'une colonne d'infanterie marchant sur quatre hommes de front, les rangs serrés; mais ce poids peut être diminué autant qu'on voudra en espaçant les rangs. La plus grande charge qui puisse résulter du passage d'une colonne de cavalerie (et l'on peut aussi réduire cette charge), est inférieure à celle qui est produite par le passage d'une pièce de 9; enfin, sous le poids de cette pièce, les plats-bords des bateaux sont encore assez élevés au-dessus de l'eau pour qu'on n'ait rien à craindre d'un mouvement d'ondulation, fût-il même assez prononcé. Cependant, si les rivières sur lesquelles on doit jeter les ponts sont larges, rapides, sujettes à des crues ou à de grands mouvemens de marées, il faut préparer des bateaux ayant de plus fortes dimensions que celles que nous avons indiquées.

A la fin de cette section, nous rapporterons quelques exemples qui montrent les avantages

d'avoir un équipage composé de bateaux qui puissent servir, non-seulement à l'établissement des ponts, mais encore à la navigation et au transport des hommes d'un bord d'une rivière à l'autre. Revenant à l'objet que nous traitons, je voudrais donc qu'il n'y eût qu'une seule espèce de pontons, dont les dimensions seraient intermédiaires entre celles des pontons qui existent, et je conseillerais d'avoir, en outre, un équipage de pont formé de bateaux ayant 26 pieds anglais (7.^{m}92) de longueur, 5 pieds (1.^{m}52) à leur plus grande largeur, avec leurs deux extrémités semblables, et taillées en avant-becs. Le poids d'un pareil bateau n'exigerait pas plus de deux chevaux en sus de ceux qui sont nécessaires pour le transport d'un ponton.

On a fait, il y a déjà quelque temps, la proposition d'employer dans l'armée anglaise des bateaux ayant les dimensions suivantes :

	pieds anglais.	pouces.	mètres.
Longueur en haut	18	1	5.51
Longueur en bas	14	9	4.49
Largeur.	4	»	1.22
Profondeur	2	2	0.66

Le calcul de la force de ce bateau, dont la largeur est de 10 pouces anglais (0.^{m}250) plus petite que celle du bateau que je recommande d'employer, rendra tout-à-fait évident l'avantage d'augmenter la largeur des bateaux lorsque les circonstances le permettent.

Si dans l'équation trouvée plus haut

$$x = -\frac{pn}{d} + \sqrt{\frac{p^2n^2}{d^2} + \frac{p\mathrm{P}}{500\,ld}} \;\ldots\ldots(\mathrm{A}),$$

nous supposons $n = 4.49$, $d = 1.02$, $p = 0.66$, et $l = 1.22$, nous aurons

$$x = \sqrt{8.649481 + 0.001071 \times \mathrm{P}} - 2.941,$$

équation qui fait connaître l'immersion correspondante à une charge quelconque P.

Si l'on y fait $x = 0.66$, c'est-à-dire si l'on suppose que le bateau soit tout entier plongé dans l'eau, on aura pour la valeur de P, ou pour le poids du volume d'eau total déplacé par le bateau : P = 4030 kilogrammes.

Le poids du volume d'eau déplacé par un bateau de même longueur, mais plus large seulement de 10 pouces anglais (0.^{m}250), et plus profond d'un pouce (0.^{m}025), serait de 5043 kil. La différence entre les poids de ces deux volumes d'eau est considérable, comme on voit : elle surpasse un millier de kilogrammes, c'est-à-dire le quart du poids de l'eau déplacée par le plus étroit des bateaux.

Si nous cherchons, au moyen de l'équation (A), quelle sera l'immersion de ce bateau sous le poids de vingt hommes d'infanterie, c'est-à-dire 2425 kilogrammes, y compris le poids du bateau et du tablier, nous trouvons que cette immersion sera de 0.^{m}413.

Sous le même poids, l'immersion du bateau que nous proposons ne serait que de 0.^{m}350 ; ce

qui fait une différence de $0.^{m}063$, environ deux pouces et demi.

Il faut observer encore qu'un bateau de 4 pieds anglais ($1.^{m}22$) de large, ne peut que très-difficilement contenir ses agrès, et qu'il est impossible de les y disposer convenablement. Or, comme le grand avantage des bateaux consiste en ce qu'ils sont plus propres à la navigation que les pontons, il est indispensable qu'ils puissent commodément porter leurs haquets ou bien être portés par ces derniers, de telle façon qu'un train de bateaux soit en état de voyager par terre ou par eau, selon les ressources que présentent le pays et les circonstances.

Dans la construction des ponts de bateaux, et, en général, dans celle de toute espèce de ponts flottans établis sur une rivière navigable, il faut toujours se réserver la possibilité de les replier en partie ou en totalité, pour rétablir la navigation. Ce que nous avons dit à ce sujet sur les ponts de pontons, peut s'appliquer aux ponts de bateaux; nous ferons seulement observer qu'il faut avoir soin de relier solidement les uns aux autres les bateaux qui composent la partie mobile ou portière (1).

---

(1) Choisissez, pour la coupure, l'endroit de la rivière où il y ait le plus d'eau, et où le courant soit le plus rapide, les bateaux trouveront plus de facilité à leur passage. *Aide-Mémoire*, pag. 1182. (*Note du trad.*)



La manœuvre de replier un pont en l'appliquant tout entier contre un des bords (1) (*Voyez* PONTS DE PONTONS), est principalement utile lorsqu'on passe une rivière en retraite : elle éloigne le pont de la rive qui est au pouvoir de l'ennemi, et donne en même temps la possibilité de retirer l'arrière-garde (2).

L'opération de ramener le pont à sa première position, en le remontant contre le courant au

---

(1) Sur une rivière dont le fond est sûr pour l'ancrage, on peut exécuter le quart de conversion en *dérapant* les ancres d'amont, c'est-à-dire en les soulevant plus ou moins avec l'*orin* (cordage fixé à la bouée et à l'encolure de l'ancre), et faisant labourer le fond par la patte de l'ancre pour augmenter ou diminuer la vitesse du bateau auquel est amarré son cordage. Les hommes placés dans les nacelles voient, par la tension des cordages d'ancres, s'il faut soulever plus ou moins les ancres, pour que les parties du pont conversent sans secousses et sans prendre une trop grande vitesse. Cette manœuvre, proposée par le capitaine de pontonniers Dorimon, a été exécutée avec succès sur la Loire, à Nantes, en 1818, dans les écoles du bataillon de pontonniers. Elle réussira sans doute également bien sur un fleuve plus rapide, si les hommes dérapent les ancres avec intelligence. *Guide du Pontonnier*, pag. 125. (*Note du trad.*)

(2) Le pont de bateaux construit sur le Danube, près de Deckendorf, et qui avait 1140 pieds de longueur, fut replié tout entier par une manœuvre de cette espèce dans la campagne de 1740. L'arrière-garde, commandée par M. Darimont, s'étant retirée de Deckendorf sur les ponts, détruisit le pont de radeaux et « *on replia celui de bateaux.* » (*Histoire du maréchal de Saxe*, tom. 1er, pag. 451.)

moyen de câbles (*Voyez* Ponts de Pontons), a été exécutée sur un petit bras du Rhin (1); mais, dans le cas d'une rivière fort large, il vaudra mieux, en général, diviser le pont, et le rétablir par parties composées de trois, quatre ou même six bateaux, selon les circonstances.

Dans les pays montagneux et qui manquent de grandes communications, il est souvent impossible de transporter les pontons ou les bateaux sur leurs haquets; l'Aide-Mémoire (pag. 1192) indique pour ce cas des bateaux portatifs se divisant en deux parties portées chacune par un mulet. Les dimensions de ces bateaux sont les suivantes (2):

Longueur des deux moitiés réunies, 14 pieds (4.m55); largeur au fond, 3 pieds 6 pouces (1.m14); largeur au sommet, 5 pieds (1.m62); profondeur au milieu, 2 pieds 4 pouces (0.m76).

Ces dimensions sont suffisantes pour qu'avec un peu de précaution on puisse faire passer, sur un pont composé de pareils bateaux, de l'infante-

---

(1) Cette manœuvre a été faite plusieurs fois, et avec succès, à Strasbourg, sur un bras du Rhin assez considérable. *Aide-Mémoire*, page 1185. (*Note du trad.*)

(2) Les bateaux dont Alexandre se servit pour passer l'Indus étaient composés de deux, et même de trois pièces transportées séparément sur le bord de l'Hydaspes, et réunies près d'un bois épais, qui déroba cette opération à l'ennemi. (*Arrianus*, liv. V, pag. 107.)

rie ou de la cavalerie marchant à distance, et même de l'artillerie tirée à bras, les pièces étant séparées de leurs avant-trains.

Quelquefois, dans les pays tout-à-fait difficiles (et cette circonstance n'est pas rare dans les colonies), on ne peut transporter que les outils, les ferremens, les cordages et le goudron nécessaires à la construction des bateaux dont on aura besoin pour jeter des ponts. En pareil cas, il faut préparer à l'avance, et tâcher de transporter aussi avec les outils, la carcasse ou les courbes des bateaux. De cette façon, ceux-ci seront plus tôt et plus facilement terminés, puisqu'on n'aura plus à se procurer dans le pays que des madriers pour les bordages (1).

Pour les criques et les rivières peu larges et tranquilles, il suffit de pouvoir construire quelques batelets (2). Des planches clouées à une charpente légère ayant 12 pieds anglais (3.m66) de longueur en haut, 10 pieds (3.m05) de longueur en bas, 3 pieds (0.m91) de largeur, et 2 pieds (0.m61) de profondeur, déplaceront près de 900

(1) C'est ce qu'on fit dans la campagne de 1796 en Italie.

(2) L'auteur anglais veut parler de très-petits bateaux dont le fond est plat, et dont les deux becs sont carrés, et peu inclinés sur le fond. Ces bateaux, qui se poussent à la gaffe, sont principalement en usage sur les rivières où il y a peu de hauteur d'eau, et sur lesquelles, par conséquent, on ne pourrait se servir de bateaux à quilles. (*Note du trad.*)

kilogrammes d'eau en plongeant seulement d'un pied (o.^{m}305). Evaluant le poids de cette espèce de bateaux à 220 kilogrammes, il restera encore 680 kilogrammes pour la charge qui les immergera d'un pied; et avec des intervalles de 7 pieds entre eux (2.^{m}13), ces bateaux supporteront l'infanterie et la cavalerie défilant sur un seul rang, et même les pièces d'artillerie séparées de leurs avant-trains, et marchant à distance. Les poutrelles devront être assez longues pour reposer sur trois bateaux.

Lorsqu'on est forcé de se servir de bateaux dont la carcasse est très-légère, comme, par exemple, les petites barques de la Tamise, qui sont, cependant, suffisantes pour un pont qui aurait à supporter une pièce quelconque d'artillerie de campagne, il faut clouer sur les plats-bords quelques madriers, mis en travers, et soutenus par le fond des bateaux; on établit ensuite, sur cette espèce de plancher, le tablier du pont.

Exemples de l'emploi des petits pontons en bois et des bateaux à rames, pour les passages de rivières.

Le passage de la Limat et de la Linth, en 1799, et le passage du Rhin en 1800, s'effectuèrent avec de petits bateaux portatifs et des pontons en bois. Les détails de ces entreprises célèbres, publiés par le général d'artillerie Dedon, qui était chargé

de la direction des ponts, sont aussi instructifs qu'intéressans.

Passage de la Limat (1).

L'archiduc Charles ayant échoué dans sa tentative de passer l'Aar (2), repassa le Rhin pour

---

(1) La Limat ne commence à porter ce nom qu'à sa sortie du lac de Zurich, au-dessus de ce lac elle se nomme la Linth. (*Note du trad.*)

(2) Cette tentative de passage à force ouverte fut accompagnée de circonstances remarquables. Le 17 août 1799, l'archiduc Charles voulant passer l'Aar à Dettingen avec un corps de quarante mille hommes, fit commencer dans la nuit deux ponts de bateaux sur cette rivière, dans la partie la plus rentrante du coude qu'elle forme à cet endroit. Il était favorisé par un brouillard extrêmement épais, et l'on travaillait sous la protection de trente-huit pièces de canon de fort calibre, très-avantageusement placées, et qui battaient tellement en tout sens la plaine basse qui est à la rive gauche, qu'il était impossible de s'y présenter. Pour masquer encore mieux les travailleurs, on mit le feu au hameau du petit Dettingen, situé vis-à-vis le point de passage. Cependant, quoique cette position fût faiblement gardée, et que les Français n'eussent pas eu le moindre soupçon de ce projet, il n'en échoua pas moins, autant par l'effet des mauvaises mesures prises pour le passage, que par la difficulté de faire tenir les ancres à cause du fond de rocher d'une partie du lit de la rivière. Lorsque le brouillard se dissipa, sur les neuf heures du matin, un des ponts n'était qu'à moitié fait, et l'autre à peine commencé. A midi, les Français avaient déjà rassemblé une douzaine de mille hommes en avant de Dettingen, et toutes les

marcher au secours de Manheim et de Philipsbourg : il laissa la défense de la ligne de la Limat au corps russe sous les ordres de Korsakow. Ce corps tenait Zurich, et s'étendait sur la rive droite de la Limat jusqu'à son confluent avec l'Aar, et de là jusqu'au Rhin.

Les bateaux rassemblés par les Français sur l'Aar et la Reuss, ne pouvaient arriver par eau à l'emplacement où l'on avait projeté de passer la Limat, qu'en descendant ces deux premières rivières et remontant ensuite la Limat, qui n'a pas plus de quatre-vingt-dix mètres de largeur, et dont le courant est très-rapide : il eut fallu exécuter cette opération sous le feu de l'ennemi maître de la rive droite qui commande presque partout la rive gauche. Le seul moyen de se soustraire à ces difficultés était de transporter par terre les bateaux jusqu'à la Limat, et cette entreprise fut résolue. Le point choisi pour effectuer le passage était un rentrant près de Dietikon, où l'on devait

---

troupes de réserve se dirigeaient sur ce point. Les Autrichiens sentirent dès lors que leur tentative devenait impraticable, et cette opération, pour laquelle ils avaient fait d'immenses préparatifs, se termina par une convention qu'ils proposèrent, et qui leur fut accordée; ils obtinrent la faculté de retirer leurs pontons, à condition qu'ils cesseraient le feu de leur artillerie. C'est la seule fois, ajoute le général Dedon, que les Autrichiens aient essayé un passage de fleuve, de vive force, pendant tout le cours de cette guerre. *Relation du passage de la Limat*, pag. 42. (*Note du trad.*)



rassembler les bateaux et les tenir cachés jusqu'à ce que tout fût disposé pour l'attaque. On devait en même temps chercher à passer la Linth (1), et attirer aussi l'attention des Russes près du confluent de l'Aar et de la Limat, par une fausse démonstration de passage faite avec les bateaux que leurs dimensions ne permettaient pas de transporter à Dietikon. Trente-sept bateaux de toute espèce, les plus grands pouvant contenir quarante ou quarante-cinq hommes, et les plus petits vingt hommes, furent réunis près de ce dernier endroit pour le passage de l'avant-garde. Le pont qui existait sur la Reuss (2), et qui était composé de seize bateaux d'artillerie, fut conservé jusqu'au dernier moment, tant pour se ménager une communication avec les deux rives, que pour tromper l'ennemi sur le véritable projet. On n'enleva ce pont que la nuit qui précéda la grande tentative; il fut transporté de Bremgarten à Dietikon, où l'équipage arriva le 24 septembre, à

(1) Entre les lacs de Zurich et de Wallenstadt. *Voyez* ci-après.

(2) A Rothenswill, deux lieues au-dessus de Bremgarten. Ce pont avait été déjà levé, et conduit par eau à Windisch, pour servir au passage que l'on avait projeté de tenter le 30 août à Vogelsang, près du confluent de la Limat avec l'Aar. Ce projet, qui fut éventé par l'ennemi, n'ayant pas été mis à exécution, le pont de la Reuss fut ramené à son ancien emplacement, où on le rétablit pour tromper les Russes, et leur faire prendre le change. (*Notes du trad.*)

la tombée de la nuit. Aussitôt qu'il fit bien sombre, les bateaux cachés près de ce dernier village furent portés, dans le plus grand silence, par des soldats désignés pour cette opération, et on les déposa près du bord de la rivière (1). Quelques-uns de ces bateaux exigèrent cent hommes, et d'autres vingt hommes seulement, pour être portés avec facilité, et de façon que le silence ne fût pas interrompu. On fit cacher les pontonniers derrière leurs bateaux respectifs, la rame à la main, attendant qu'on donnât le signal. L'artillerie destinée à protéger l'opération prit, pendant la nuit, les positions qui lui avaient été assignées; enfin, un peu avant le jour, on forma, à cinquante pas de la rivière, les troupes qui devaient composer la première embarcation.

Toutes ces dispositions s'exécutèrent à l'insu de l'ennemi, et sans en être découvert. Au point du jour, on donna le signal : à l'instant les bateaux furent mis à l'eau, et, en trois minutes, les troupes qu'ils portaient, au nombre de six cents hommes, puissamment soutenues par le feu de l'artillerie placée sur les branches du rentrant,

---

(1) On les partagea en trois divisions peu distantes les unes des autres. Les bateaux les plus légers étaient à la droite : ils devaient passer les premières troupes destinées à surprendre les postes russes. Ces petits bateaux avaient été déposés dans le lit d'un ruisseau qui était à sec lors du passage. (*Note du traducteur.*)

parvinrent à débarquer et à s'établir sur la rive droite; les bateaux retournèrent aussitôt prendre de nouvelles troupes.

Cependant, aux premiers coups de canon, l'équipage du pont de la Reuss s'était mis en marche, et s'avançait avec toute la célérité possible. On entreprit sous le feu de l'artillerie ennemie, la construction de ce pont sur la Limat. Des renforts successifs, dus à l'activité des pontonniers, permirent bientôt aux Français de déboucher d'un bois qui joignait la rivière, et d'attaquer un corps de deux mille Russes postés à Weiningen: ce corps, après avoir fait une résistance opiniâtre, fut enfin repoussé. Il n'y avait, alors, guère plus d'une heure que le premier signal avait été donné. Le pont, et le chemin qui y conduisait, furent terminés en deux heures et demie; et à neuf heures toutes les troupes avaient passé la rivière.

La fausse attaque contribua beaucoup au succès de la véritable. Au point du jour les batteries françaises établies près du confluent de l'Aar et de la Limat, commencèrent leur feu sur les postes russes: on mit en ligne sur le bord de l'Aar les grands bateaux qu'on avait rassemblés sur cette rivière, et la brigade de troupes laissée près de là fit mine de vouloir s'embarquer. Ces démonstrations, jointes aux préparatifs ostensibles qu'on avait faits à Brugg les jours précédens, trompèrent complètement le général russe, comme il paraît d'après son rapport officiel, et pendant

toute la journée ses différens corps de troupes restèrent indécis et inactifs (1).

Le camp de Weiningen étant forcé, les Russes abandonnèrent leurs positions sur la basse Aar, et se concentrèrent sur Zurich. Le 26 septembre, ils attaquèrent (2) vaillamment l'armée française;

---

(1) « A l'aile droite, où se trouvaient huit bataillons avec » seize pièces de campagne et dix escadrons, sous les ordres du » lieutenant-général Durassow et du général-major Markow, » l'ennemi avait réussi à établir un pont sur la Limat. Une » tentative simulée, qu'il fit pour passer cette rivière en un » autre point, donna le change au lieutenant-général Durassow, » qui manqua par là sa réunion avec le général major Markow » au véritable point de passage. Ainsi, on n'opposa pas à ce » passage une résistance suffisante; mais aussi, lorsque l'en- » nemi eut passé le pont, le détachement aurait dû né- » cessairement se porter sur lui, et l'ennemi eût été mis par » là entre deux feux; ce mouvement n'eut pas lieu, et le dé- » tachement prit une direction opposée, etc. » (*Rapport officiel russe.*)

(2) D'après ce qu'avance ici l'auteur anglais, on pourrait croire que Korsakow, ayant réuni les troupes russes qui gardaient la ligne de la Limat, reprit l'offensive, et vint attaquer, le 26 septembre, l'armée française: ce serait une erreur.

Immédiatement après la prise du camp de Weiningen, l'armée française marcha sur Zurich par les deux rives de la Limat, et rejeta bientôt les Russes dans les faubourgs de cette ville. Le même jour, 25 septembre, les Français s'emparèrent de toutes les hauteurs qui séparent la Limat de la vallée de la Glatt, et poussèrent leurs avant-postes jusqu'à la route de Winterthur.

Cependant les troupes ennemies qui avaient abandonné

mais repoussés sur tous les points, il leur fallut se retirer derrière la Thur.

Passage de la Linth.

Le passage de la Linth par la division du général Soult, s'effectua dans le même temps que celui de la Limat.

Un corps d'Autrichiens et de Russes occupait la rive droite depuis Wesen jusqu'à Schmerken (1).

---

leurs positions près de la jonction de l'Aar au Rhin, étaient venues par un détour se réunir à celles que Korsakow avait déjà rassemblées derrière Zurich, et, le 26 septembre au matin, il y avait des forces considérables sur les hauteurs qui dominent cette ville. Ce fut l'ennemi qui, le premier, engagea le combat, et qui attaqua les avant-postes français *pour regagner la route de Winterthur*, que les Russes avaient le plus grand intérêt de conserver, afin de pouvoir y faire filer leurs bagages, qu'ils évacuaient de Zurich. Après un combat très-long et très-opiniâtre, l'ennemi fut enfin complètement culbuté: il se sauva en désordre, n'emmenant qu'une seule pièce de canon, et abandonnant, avec son artillerie et ses munitions, tous ses bagages et un très-grand nombre de prisonniers.

Le même jour, les Français attaquèrent Zurich et y entrèrent de vive force à midi.

(Extrait de la Relation du passage de la Limat par le général Dedon.)

(1) Wesen est à l'extrémité inférieure du lac de Wallenstad; Schmerken ou Schmerikon est sur le lac de Zurich, à l'entrée de la Linth dans ce lac. (*Notes du trad.*)

La difficulté de forcer le passage de la Linth, provenait principalement de la nature marécageuse de la rive gauche, qui ne permettait point aux voitures d'approcher du bord, surtout après les pluies continuelles qui avaient eu lieu tout l'été. On résolut cependant de tenter le passage près de Bilten, où la rivière, dont le courant est très-rapide, n'a pas plus de 40 mètres de largeur. A cet effet, huit bateaux portatifs furent amenés du lac de Zug; les deux plus grands devaient servir à jeter un pont-volant pour l'artillerie et la cavalerie, aussitôt qu'une compagnie d'hommes choisis parmi les meilleurs nageurs (1), et qui s'étaient exercés à nager sur le lac avec leurs armes, aurait réussi à aborder de l'autre côté de la rivière. On devait seconder l'opération de Bilten au moyen d'une embarcation qui partirait de Laachen (2), sous la protection de trois chaloupes canonnières, pour venir attaquer Uznach (3).

---

(1) Ils étaient cent cinquante, commandés par l'adjudant-major Delaar. Ces nageurs portaient des piques, des sabres et des pistolets; ils étaient destinés à surprendre et à égorger les premiers postes autrichiens.

(2) Sur la rive gauche du lac de Zurich, à deux lieues de Schmerken. (*Notes du trad.*)

(3) A une demi-lieue environ de Schmerken et de l'embouchure de la Linth. Une partie des troupes de cette embarcation devait traverser le lac, et aborder près de Schmerken; l'autre partie devait arriver à l'embouchure de la Linth

Les bateaux du lac de Zug arrivèrent à Bilten dans la nuit du 24 au 25 septembre : on fit, au moyen de planches, un chemin de plus de 600 mètres à travers le marais, pour amener ces bateaux jusqu'au bord de la rivière; mais le bruit des roues sur les planches donna l'alerte aux postes ennemis, et attira leur feu sur le convoi. Malgré ce contre-temps, les bateaux furent immédiatement mis à l'eau; et les nageurs, s'étant lancés dans la rivière, parvinrent à aborder de l'autre côté (1); ils furent bientôt suivis par les

---

et remonter ensuite cette rivière, pour venir attaquer Uznach.

La division Soult n'ayant pas assez de pontonniers pour suffire au passage de Bilten, ainsi qu'au service des chaloupes canonnières et des bateanx de transport, on y suppléa par cent auxiliaires pris dans l'infanterie, qu'on exerça quelques nuits à la manœuvre des chaloupes, et, à l'instant de l'opération, on s'empara de force de tous les bateliers du village de Laachen, dont on avait la liste, et qu'on surprit dans leurs maisons. *Passage de la Linth*, page 204. (*Note du trad.*)

(1) La dernière guerre d'Espagne présente un autre exemple de soldats français traversant une rivière à la nage sous le feu de l'ennemi.

Au mois d'octobre 1812, le lieutenant-général comte Souham ayant rejeté l'armée anglaise sur la rive gauche du Duero, tenta le passage de ce fleuve au pont de Tordesillas. Le pont avait été rompu à l'approche des troupes françaises : la coupure avait plus de trente pieds de largeur, et laissait du côté de l'ennemi une tour qui surmontait le pont, et dont la défense était confiée à trente hommes soutenus par des postes embusqués derrière des murs. Il fallait absolument se débar-

bateaux amenant six compagnies de grenadiers, qui attaquèrent le village de Schœnnis, éloigné d'un quart de lieue du point de passage. Après un combat très-vif, pendant lequel le village fut pris et repris plusieurs fois, les renforts successifs amenés par les pontonniers permirent enfin aux Français de conserver ce village. Le passage des troupes continua sans interruption jusqu'à neuf heures.

L'expédition partie de Laachen consistait en trois chaloupes canonnières et douze grands bateaux portant 980 hommes. Elle se mit en marche à minuit, prit Schmerken le jour suivant, et détacha quelques troupes pour réparer le pont de Grynau (1). Ce détachement fut at-

---

rasser de la tour, avant d'entreprendre la réparation du pont. Cinquante soldats d'infanterie, et quelques sapeurs du génie, s'offrirent pour passer le fleuve à la nage : ils s'y jetèrent, emmenant leurs armes et leurs gibernes sur un assemblage de quelques planches conduit par des nageurs. Parvenus à la rive opposée, ils s'emparèrent de la tour et firent quelques prisonniers. Cette entreprise hardie fut proposée et dirigée par le capitaine Guingret. (*Voyez* le rapport du général baron de La Martinière.)

Ce fait d'armes, justement célèbre, était, au reste, complètement inutile. La tour, foudroyée par les pièces de canon en batterie sur la rive droite, ne pouvait résister long-temps, et les trente hommes qui la défendaient eussent été bientôt obligés de l'abandonner.

(1) Grynau ou Greinau sur la rive gauche de la Linth, presque à son entrée dans le lac de Zurich. (*Notes du trad.*)

taqué par trois bataillons russes, et repoussé en désordre sur le pont qui se rompit tout à coup : plusieurs hommes tombèrent dans l'eau et se noyèrent; les autres, ne voyant plus d'espérance de retraite, se rallièrent à l'extrémité du pont, et soutenus par le feu de quatre canons et de deux bataillons placés sur la rive gauche, se maintinrent contre tous les efforts des Russes. Le détachement laissé à Schmerken fut, dans le même temps, attaqué par les Autrichiens, et forcé de repasser la rivière. Mais l'opération principale ayant réussi, Kalten-Brunen et Wesen furent successivement pris par les Français, et tout le corps austro-russe se mit en retraite sur Lichtenteig (1).

Passage du Rhin en 1800.

Les Français possédaient trois ponts sur le Rhin, savoir: celui de Bâle, celui de Brisach et celui de Kehl. Mais Moreau ayant formé le dessein de se porter tout-à-fait à droite pour réunir son armée en avant de Schaffouse, et s'avancer en

(1) L'ennemi, chassé de Kalten-Brunen le 25 septembre au soir, essaya de faire reprendre ce poste, à la faveur de la nuit, par dix-huit cents hommes d'infanterie et un escadron de hussards. Le général Soult, instruit de ce mouvement, fit cerner ces troupes, qui mirent bas les armes. *Passage de la Linth*, page 108. (*Note du trad.*)

Souabe par le plus court chemin, en suivant la rive droite du Danube, il lui était très-important de forcer le passage du Rhin avec un corps considérable, près du lac de Constance.

Immédiatement après le passage de la Limat dans la campagne précédente, le général Dedon, avec sa prévoyance accoutumée, s'était occupé de tout disposer pour le passage du Rhin. Les bateaux de l'Aar et ceux dont on s'était servi pour le passage de la Limat, furent rassemblés à Dettingen; on tira aussi de l'arsenal de Strasbourg quelques bateaux d'artillerie et des agrès; enfin, on amena encore au dépôt de Dettingen les bateaux du pont de la Reuss, qu'on avait remplacé par un pont sur pilotis. On obtint ainsi trente-six bateaux d'artillerie (de dimensions égales à celles que nous avons indiquées au commencement de cette section, page 98), et trente bateaux du pays.

Dans les premiers jours de mars, seize bateaux d'artillerie et quelques barques de l'équipage de pont, vingt bateaux du pays et douze petits pontons en bois, furent transportés à Kloten (1): on laissa à Dettingen un nombre de ba-

(1) Sur la Glatt, entre Zurich et Eglisau. On espérait, en rassemblant les bateaux près de Kloten, donner le change à l'ennemi et attirer son attention du côté d'Eglisau et de Kaiserstuhl qui n'en sont distans que de deux à trois lieues, tandis qu'il fallait deux jours de marche, par des chemins



teaux suffisant pour jeter un pont sur le Rhin, en arrière du gros de l'armée, et lorsqu'il aurait atteint la Wutach. Les ponts de Lauffenbourg et de Seckingen avaient été coupés par l'ennemi.

On réunit aussi à Roschach (1) un équipage de vingt bateaux portatifs, que l'on tint prêts à partir, pour attirer l'attention des Autrichiens du côté du Rheinthal. Enfin, le général Dedon avait, dans la campagne précédente, rassemblé beaucoup de bois de charpente dans les villages près de Stein (2), pour réparer le pont de ce dernier endroit; et l'on espérait qu'après que le premier passage serait effectué, on pourrait retrouver ces bois, et s'en servir pour reconstruire le pont.

La campagne s'ouvrit le 25 avril. Le corps de Sainte-Susanne passa le Rhin à Kehl, et marcha sur Offenbourg : en même temps, le corps de Saint-Cyr passait à Brisach, et marchait sur Fribourg. Le 27, Moreau passa le Rhin, à Bâle, avec ses deux dernières divisions; et le 30, une grande partie de l'armée était réunie en arrière de la Wutach et en communication avec toutes les autres divisions (3).

---

difficiles, pour conduire les bateaux à Stein où l'on avait projeté de tenter le passage.

(1) Sur le lac de Constance, à une demi-lieue seulement de l'entrée du Rhin dans ce lac.

(2) Sur la rive droite du Rhin, à la sortie de ce fleuve du Untersee, ou lac inférieur de Constance. (*Notes du trad.*)

(3) Immédiatement après le passage de Moreau à Bâle,

Il avait été décidé que l'arrivée du centre de l'armée dans cette position, serait le signal du passage du Rhin par l'aile droite au-dessus de Shaffhouse; en conséquence, l'équipage de pont, précédé par les petits bateaux qui devaient servir au premier débarquement, quitta Kloten le 28 avril, pour aller par Embrach et Henckart à Andelfingen, où il arriva le soir. Il passa la Thur le même jour, et vint s'établir près du village d'Ossingen. Un autre convoi, composé seulement de quatre petits bateaux et de huit pontons en bois, fut envoyé le lendemain matin pour faire une diversion du côté de Schlatt (1).

Le grand convoi se remit en marche le 29 au matin pour s'approcher du Rhin, en faisant en sorte, cependant, de ne pas être découvert de la rive droite. Le général Dedon alla reconnaître le fleuve, et déterminer le point où il était convenable de tenter le passage; l'emplacement choisi était un peu au-dessous de Stein, vis-à-vis une plaine qui s'étend depuis Emishofen jusqu'à Biberen, intervalle dans lequel la rive gauche commande sensiblement la droite. Les barques

---

Sainte-Susanne repassa sur la rive gauche du Rhin et vint à Brisach, où il retraversa ce fleuve, pour aller remplacer, à Fribourg, le corps de Saint-Cyr qui s'était porté rapidement par Saint-Blaise à Stuhlingen sur la Wutach.

(1) Schlatt est à une lieue du Rhin, entre Stein et Shaffhouse, sur la rive gauche. Le véritable passage devait être protégé par une fausse attaque faite à Paradis près de Schlatt.

ou bateaux destinés au transport de l'avant-garde arrivèrent le 30 avril, à dix heures du soir (1), sur la colline qui règne parallèlement à la rive gauche. On les descendit de cette colline en les traînant à bras sur une pente fort roide; puis on les porta sur les épaules, jusqu'au bord du fleuve éloigné de 600 mètres environ, et l'on en fit deux divisions ou dépôts, placés à 3 ou 400 mètres l'un de l'autre. Les pontonniers, qui avaient été partagés en autant de petits pelotons qu'il y avait de bateaux, se couchèrent en silence derrière leurs bateaux respectifs, attendant l'arrivée des troupes qui devaient passer les premières. Sur ces entrefaites le jour parut; et les Autrichiens, ayant aperçu les barques rangées à terre sur le bord du fleuve qui n'a pas plus de 128 mètres de largeur en cet endroit, commencèrent à l'instant un feu de mousqueterie qui s'étendit bientôt sur toute la ligne. Malgré ce feu, les pontonniers, et les sapeurs du génie qui les secondaient, lancèrent sur-le-champ les bateaux dans le fleuve, et continuèrent d'attendre avec résolution l'arrivée de l'avant-garde qui devait s'embarquer. Celle-ci, étant enfin venue, passa le Rhin; et, sous la protection de l'artillerie et du commandement

(1) Le passage devait s'effectuer dans la nuit du 29 au 30, mais il y eut contre-ordre; le convoi s'arrêta de bonne heure le 29, et le passage fut différé de 24 heures. (*Notes du trad.*)

de la rive gauche, elle parvint bientôt à s'établir de l'autre côté.

Aussitôt que cette opération fut terminée, on fit descendre l'équipage de pont, et l'on commença de suite l'établissement de ce pont, au milieu, à peu près, de l'intervalle qui séparait les deux dépôts de bateaux à rames. Pendant ce temps, ces bateaux continuèrent à passer de nouvelles troupes; et, avant neuf heures du matin, tout le corps d'armée, composé de trois divisions et d'une réserve de cavalerie, était en bataille dans la plaine sur la rive droite (1).

Du moment où l'artillerie française commença à faire feu, l'ennemi n'opposa guère de résistance au passage du fleuve, et, sous ce point de vue, on ne peut pas comparer ce passage à celui de la Limat; mais la relation n'en est pas moins in-

(1) Aussitôt que l'on put, sans inconvénient, se priver d'une partie des pontonniers employés au passage, on les envoya à Stein, pour réparer le pont avec les bois qui avaient été ramassés, la campagne précédente, dans les villages voisins : en moins de quatre heures, ce pont fut entièrement rétabli, quoiqu'il ne restât que les files de pilots, et que la travée du milieu eût plus de vingt mètres de largeur. La longueur totale du pont était de cent vingt mètres à peu près. Comme il présentait une communication suffisante sur ce point, on leva le lendemain le pont de bateaux qui avait servi au premier passage, et on le descendit à Paradis (une demi-lieue au-dessus de Shaffhouse), où il fut établi définitivement. *Voy.* la Relation du passage du Rhin, pag. 169. (*Note du trad.*)

structive. L'inégalité du terrain du côté de la rive gauche, aurait occasioné des pertes de temps, des accidens, et peut-être même empêché tout-à-fait la réussite de l'entreprise, si, pour surmonter tous les obstacles, les bateaux n'avaient été portés à bras, et dans le plus grand silence, jusqu'au bord du Rhin. L'ennemi ne s'opposa pas sérieusement à cette tentative de passage, parce qu'il ne pouvait imaginer qu'on fît choix, pour une opération de ce genre, d'un point où la rive était considérée comme impraticable pour les voitures. En même temps que les Français faisaient si bien tourner à leur avantage, la sécurité que les difficultés locales inspiraient à leurs ennemis, ils attiraient encore l'attention des Autrichiens sur plusieurs autres points par de fausses démonstrations d'attaques.

Les exemples que nous venons de rapporter, font voir combien il est important d'attacher à toute espèce d'équipage de pont, des petits bateaux faciles à conduire à la rame. Un bateau qui a la forme d'un ponton, ne peut guère plus que ce dernier, être employé contre un courant rapide. Au passage de l'Adour, en 1814, les pontons ne servirent aux transports d'une rive à l'autre, que pour naviguer à mer étale; tandis qu'au contraire, les petits bateaux qui faisaient partie du train de pontons furent d'une grande utilité à tous les instans de la marée, et rendirent d'éminens services.

Il est impossible de transporter des bateaux sur leurs haquets jusqu'au bord d'une petite rivière, sans être entendu de l'ennemi posté de l'autre côté. Pour opérer un débarquement par surprise, il faut décharger les bateaux à une distance considérable de la rivière, et les amener ensuite au bord de l'eau en les portant à bras pendant la nuit : l'équipage de pont reste caché, maisassez près, cependant, pour qu'on puisse soutenir promptement avec le gros des forces, les premières troupes qui ont effectué le passage.

Il est évident, au reste, que la réussite des opérations dont nous venons de parler, est due en grande partie aux bonnes dispositions faites par le général Dedon, ainsi qu'au bon ordre, à l'activité et à l'intelligence des pontonniers. Les passages de rivières exécutés par les Français, depuis la création de ce corps en 1795 (1), ont tous été parfaitement dirigés, particulièrement

---

(1) Jusqu'aux premières guerres de la révolution française, c'étaient les compagnies d'ouvriers d'artillerie qui construisaient les ponts de pontons et de bateaux. En 1792, on créa deux compagnies de *bateliers du Rhin :* en 1793, elles firent partie d'un bataillon de *matelots du Rhin,* qui devint bataillon de *pontonniers* en l'an III. La même année, un second bataillon de pontonniers fut organisé pour le service de l'armée de Sambre-et-Meuse. En l'an IX et en 1813, il y avait trois bataillons de pontonniers. A la paix de 1814, les débris de ces trois bataillons furent réunis en un seul bataillon de huit compagnies. *Voyez* le Guide du Pontonnier. (*Note du trad.*)

ceux de la Limat et du Rhin, en 1799 et 1800, et celui du Danube, à Lobau, en 1809; ils mettent dans tout son jour l'importance d'avoir un pareil corps, et de cultiver avec soin la branche des connaissances militaires qui fait l'objet de son service.

SECTION QUATRIÈME.

Ponts volans.

On appelle pont volant un corps qui flotte à la surface d'une rivière, et qui est disposé de manière à recevoir obliquement le choc du courant : il résulte de cette disposition une force qui fait mouvoir le flotteur d'un bord de la rivière à l'autre.

La force qui pousse le bateau G C dans la direction C B (*fig.* 5, *pl.* 3), dépend de l'obliquité du bateau par rapport au courant ; elle est un *maximum* lorsque le côté C E fait avec ce courant un angle de 54° 44′ (1) (*).

(1) Supposons que CE soit le flanc d'un bateau, et AC la direction du courant ; abaissons la perpendiculaire A P sur CE, et menons EM et L P perpendiculaires à A C : si la longueur A C représente la force du courant dans le sens A C, cette force étant décomposée en deux autres CP et AP, la dernière représentera l'effort que le courant exerce contre le côté CE du bateau : il est évident de plus, que la ligne LP parallèle à CB, représentera la force qui pousse le bateau dans le sens CB perpendiculaire au courant. Nommons s et c les sinus et cosinus de l'angle d'incidence ACE, et faisons le rayon du cercle égal à l'unité ; nous aurons : $AP = AC \times s$, $CP = AC \times c$, $LP = CP \times s = AC \times c \times s$, et $ME =$



L'effort du courant sur l'extrémité EG du bateau, est dirigé en sens contraire de la force LP,

---

CE × s. Maintenant, le nombre de particules fluides qui viennent frapper CE est représenté par ME, et leur effort dans la direction CB est égal à ME × LP, c'est-à-dire à AC × c × s × CE × s, ou AC × CE × $s^2 c$. Or, AC et CE étant des quantités constantes pour le même bateau, la force qui sollicite le côté CE dans la direction CB sera proportionnelle à $s^2 c$. Pour connaître quelle est l'ouverture de l'angle ACE qui rend cette force la plus grande possible, il faut donc chercher l'angle dont le cosinus multiplié par le carré du sinus donne un *maximum*. Le cosinus étant égal à c, $1 - c^2$ est le carré du sinus, et $c \times (1 - c^2)$ ou $c - c^3$, représente le produit qui doit être un *maximum*. La différentielle de $c - c^3$ étant $dc - 3c^2 dc$, il faut donc que $1 - 3c^2$ égale zéro, ce qui donne $c = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0.57735$, cosinus naturel de l'angle de 54° 44′ (*).

(*) M. le capitaine Drieu trouve (*Guide du Pontonnier*, page 131) que l'angle de 45° est celui qui correspond au *maximum* de l'effort que l'eau exerce dans le sens perpendiculaire au courant: ce résultat ne nous paraît point exact. M. Drieu ne s'est occupé que de l'impulsion produite par un filet AC du courant (*fig.* 5, *pl.* 3), et il a par conséquent négligé dans ses calculs un élément très-important, la distance entre les points M et E, par lesquels passent les filets extrêmes qui viennent frapper le flanc du bateau : il est bien évident que cette distance ME, ou la somme des filets d'eau qui agissent sur le pont volant, dépend de l'inclinaison de l'axe du bateau, et qu'elle ne doit pas être négligée dans la recherche de l'angle qui donne le *maximum* d'effet dans le sens perpendiculaire au courant.

Si le bateau au lieu de traverser la rivière, soit librement,



d'où résulte cette conséquence que les bateaux employés pour ponts volans doivent être longs

---

soit en glissant le long d'une corde tendue d'un bord à l'autre, décrivait un arc CAE (*fig.* 6) dont le centre fût le point B, extrémité du câble auquel est amarré le bateau, le *maximum* d'effet à produire par le courant pour *faire passer* le plus vite possible, ne devrait plus se calculer perpendiculairement à la direction du courant, mais perpendiculairement aux diverses directions que peut prendre le câble en venant de la position BE à la position BC. A chacune de ces directions du câble, correspondrait une inclinaison du flanc du bateau qui donnerait le *maximum* de l'effort du courant tangentiellement à l'arc CAE, et la direction BA que nous supposons parallèle au courant, serait la seule qui ferait retrouver pour ce *maximum* l'angle de $54° 44'$.

Soient en général α et β les angles que font le flanc du bateau et le câble avec le courant;

Soit l la longueur du bateau,

Et v la vitesse du courant;

Nous avons : la force qui agit sur le bateau égale à $l v \sin. \alpha$,

Et la composante de cette force perpendiculairement au flanc du bateau égale à $l v \sin.^2 \alpha$.

Décomposons cette force $lv \sin.^2 \alpha$ en deux nouvelles forces, l'une dirigée suivant le câble, et l'autre qui lui soit perpendiculaire : la première, qui représentera la tension du câble, sera égale à $lv \sin.^2 \alpha \sin. (\alpha + \beta)$; la seconde, qui représentera la force qui fait passer, sera égale à $l v \sin.^2 \alpha \cos. (\alpha + \beta)$.

Pour trouver en fonction de β, la valeur de α qui rend cette dernière force un *maximum*, il faut égaler à zéro le coefficient différentiel de son expression pris par rapport à α. Or, si nous mettons pour $\cos. (\alpha + \beta)$ sa valeur

et étroits ; par la même raison, il faut rejeter les bateaux qui sont coupés carrément à leurs extré-

---

cos. α cos. β — sin. α sin. β, ce coefficient différentiel devient, en faisant les réductions et négligeant les constantes l et v:

$$2 - \text{tang.}^2 \alpha - 3 \text{ tang. } \alpha \text{ tang. } \beta \ldots\ldots (A).$$

L'égalant à zéro et tirant la valeur de tang. α, nous avons:

$$\text{Tang. } \alpha = \frac{-3 \text{ tang. } \beta + \sqrt{9 \text{ tang.}^2 \beta + 8}}{2},$$

Equation qui donne pour une valeur quelconque de l'angle β, la valeur correspondante de l'angle α.

Ainsi, par exemple, supposant que les angles formés par le câble et la direction du courant sont successivement :

0° 15° 30° 45° 60° 75° 90°,

Nous avons α (angle correspondant au *maximum* d'effort du courant perpendiculairement au câble), égal à

54° 44′ 46° 56′ 38° 8′ 29° 7′ 19° 50′ 10° 9′ 0° 0′.

La quantité (A) égalée à zéro fournit deux valeurs pour tang. α: l'une, que nous venons de considérer, donne le *maximum* d'effort depuis le milieu de la rivière jusqu'à l'arrivée du pont volant contre un des bords; l'autre valeur, qui serait $\frac{-3 \text{ tang. } \beta - \sqrt{9 \text{ tang.}^2 \beta + 8}}{2}$, donnerait le *maximum* d'effort depuis le départ de l'un des bords jusqu'à l'arrivée du pont volant au milieu de la rivière.

Supposant donc que l'angle β soit d'abord égal à 90° au moment du départ, et qu'il devienne successivement égal à

75° 60° 45° 30° 15° 0°,

Nous aurons pour la valeur de α correspondante au *maximum* de l'action du courant perpendiculairement au câble,

90° 84° 58′ 79° 47′ 74° 20′ 68° 19′ 61° 51′ 54° 44′.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que le courant n'exerçait aucun effort sur la tête du bateau, ou du

mités, à moins qu'ils ne remplissent éminemment la condition dont nous venons de parler.

Supposons un bateau A (*fig.* 6) fixé par un câble à une bouée B solidement maintenue par une ancre (1). Ce bateau partant du point C, arri-

---

moins que cet effort était assez faible pour qu'on pût le négliger : si cependant on voulait y avoir égard, on remarquerait que l'expression de sa composante perpendiculairement au câble, serait, en nommant h la largeur du bateau, $h v \cos.^2 \alpha \sin. (\alpha + \beta)$; et, comme cette nouvelle force agirait en sens contraire de celle qui provient de l'action de l'eau sur le flanc du bateau, l'effort qui a lieu perpendiculairement au câble ne serait plus représenté que par

$$l v \sin.^2 \alpha \cos. (\alpha + \beta) - h v \cos.^2 \alpha \sin. (\alpha + \beta).$$

Les calculs ci-dessus ne sont guère susceptibles de recevoir une application rigoureuse dans la pratique; aussi ne les donnons-nous que comme objet de curiosité, et seulement pour rectifier les inexactitudes que nous avons cru remarquer dans ceux de M. le capitaine Drieu sur le même sujet. (*Note du trad.*)

(1) Si le courant rapide est plus près d'une rive que de l'autre, on ne doit pas jeter l'ancre dans le plus fort courant; il ne faut pas non plus la jeter au milieu de la rivière, mais on la rapprochera davantage de la rive qui est la plus éloignée du fort courant; car, si l'endroit le plus rapide est, par exemple, près de la rive droite, et que l'on jette l'ancre dans le plus grand courant, ou au milieu de la rivière, il en résulte que le pont passera très-facilement de la rive gauche à la rive droite, et très-lentement, au contraire, de la rive droite à la rive gauche. (*Guide du Pontonnier*, page 140.)

Sur les rivières dont la largeur ne dépasse pas 150 pieds (50 mètres), il suffit d'amarrer le câble à une seule ancre du

vera bientôt sur la ligne BD milieu de la rivière; et, s'il est maintenu dans une obliquité convenable, il parcourra la partie ascendante AE de l'arc CAE et viendra toucher l'autre bord en E, d'où il pourra repartir ensuite, pour traverser de nouveau la rivière et revenir au point C.

Cette manœuvre s'exécutera plus facilement avec un grand câble qu'avec un petit; car, dans le premier cas, le chemin parcouru par le bateau appartiendra à un cercle d'un plus grand rayon. Si l'on se servait, par exemple, du câble BG au lieu du câble BA, le bateau aurait à remonter toute la hauteur GH pour arriver au point S, et par conséquent il aurait à vaincre une plus grande

---

poids de 300 ou 350 livres (150 ou 175 kilog.); mais pour les grands fleuves, tels que le Rhin, le Danube, etc., il faut employer trois ancres : celle du milieu doit peser 500 livres (250 kilog.), les deux autres seront assez fortes en les prenant de 300 livres (150 kilog.). Les trois organeaux sont attachés au câble qui retient le pont volant : l'ancre du milieu a sa verge dans la direction du courant, et les verges des ancres latérales sont placées suivant les directions extrêmes que peut prendre le câble dans le mouvement du pont. Si l'on n'employait qu'une seule ancre pour maintenir le pont, sa verge serait forcée de suivre le câble, et de s'incliner avec lui à droite et à gauche du milieu de la rivière, et dans le cas d'un fond qui n'aurait pas une très-grande consistance, cette ancre finirait bientôt par quitter la place où on l'aurait jetée et marcherait en avant; mais, si l'on se sert de trois ancres, cet accident n'est nullement à craindre. *Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2[ter] *band*, *seite* 175. (*Note du trad.*)

résistance de la part du courant (1). Si nous décomposons la force qui agit dans la direction BS

(1) L'expérience a prouvé que le câble doit avoir environ une fois et demie la largeur de la rivière pour que le pont passe bien. Si l'on diminue la longueur du câble, on augmente la longueur et la courbure de l'arc que le pont décrit en passant d'une rive à l'autre. On augmente donc la quantité dont le pont est obligé de remonter contre le courant, quantité qui est égale à la flèche de l'arc parcouru dans le cas où l'ancre du câble est jetée au milieu de la rivière. Si l'on donne une plus grande longueur au cordage, on diminue la courbure de l'arc décrit par le pont; mais on est forcé de placer un plus grand nombre de nacelles sous le câble (pour le soutenir sur l'eau), et le pont perd une partie de sa vitesse par l'impulsion qu'il leur communique. (*Guide du Pontonnier*, p. 139.)

Quelques praticiens veulent que l'on fasse la longueur du câble égale à $\frac{12}{7}\,l$, l étant la largeur de la rivière, mais ils ne rapportent aucun des motifs qui leur ont fait adopter ce rapport bizarre. L'auteur allemand Hoyer (*Versuch eines handbuches der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 174), pense que le câble serait beaucoup trop long s'il était déterminé de cette manière, et il conseille d'adopter le rapport bien plus bizarre encore $\frac{57}{91}\,l$. Au reste, il est évident que la longueur du câble doit varier, non-seulement avec la largeur de la rivière, mais encore avec la force du courant et la figure du bateau; on ne peut indiquer, à cet égard, que des limites, et il parait convenable de les fixer, d'une part à la largeur de la rivière, et de l'autre au double de cette largeur.

Le même Hoyer assimilant le mouvement d'un pont volant à celui d'un pendule qui oscillerait dans le vide, autour d'un

en deux autres BH et HS, nous voyons que la force BH est celle qui maintient le bateau en S, tandis que la force HS, qui est ici plus grande que BH, tend à le ramener en H : d'où nous concluons que le chemin parcouru par le pont volant ne doit pas comprendre un arc de plus de 90° (1); et toutes les fois que cette condition sera

---

point fixe, par le seul effet de la pesanteur, tire cette conséquence, que moins le câble aura de longueur, et moins aussi le pont volant emploiera de temps pour passer d'un bord à l'autre. Mais la forme du bateau, la manière dont agit la pression du liquide, et surtout la résistance que ce liquide oppose à son déplacement, diminuent beaucoup la justesse de cette comparaison. A la vérité plus le câble sera court, et plus le pont volant aura de vitesse dans la partie descendante de l'arc qu'il décrit; sur les fleuves très-rapides, cette vitesse pourrait même quelquefois devenir assez considérable pour occasioner des accidens; mais qu'importe que le bateau ait été peu de temps pour descendre au point le plus bas de la courbe, si l'on doit ensuite éprouver une difficulté insurmontable à lui faire parcourir la portion ascendante de cette courbe? Or, voilà précisément ce qui arrive avec un câble trop court: aussi l'expérience démontre-t-elle, qu'à moins de cas tout particulier, la longueur de ce câble doit être au moins égale à la largeur de la rivière. (*Note du trad.*)

(1) Cette conclusion n'est nullement rigoureuse : et, en effet, nous avons trouvé qu'en négligeant l'effort de l'eau contre la tête du bateau, la force qui agit perpendiculairement au câble est proportionnelle à $\sin.^2 \alpha \cos. (\alpha + \beta)$; or, si nous maintenons le bateau dans l'obliquité convenable, c'est-à-dire si, pour chaque valeur de β la valeur de α donne un *maximum* pour l'expression $\sin.^2 \alpha \cos. (\alpha + \beta)$, cette ex-

remplie, l'angle ABE ne dépassant pas 45°, la force EO sera toujours moindre que OB.

Lorsqu'on emploie un câble d'une longueur considérable, on le soutient sur l'eau par des bouées intermédiaires, 1, 2, 3 (*fig.* 11) (1).

---

pression, et par conséquent la force qui agit perpendiculairement au câble, ne sera zéro que quand on aura en même temps $\alpha = 0$ et $\beta = 90°$: ce qui indique que le bateau remontera jusqu'à ce que le câble ait une direction perpendiculaire au courant. A la vérité on ne pourra jamais obtenir ce résultat dans la pratique, parce que l'effort de l'eau sur la tête du bateau n'est jamais nul; mais on en approchera d'autant plus, que le bateau aura plus de longueur comparativement à sa largeur. (*Note du trad.*)

(1) Ces bouées ont surtout pour objet d'empêcher que le câble ne prenne une trop grande courbure par suite de sa longueur et de son poids; il en résulterait, en effet, une pression verticale sur l'avant du bateau, pression qui tendrait à le submerger, et qui gênerait le mouvement du gouvernail.

Dans les ponts volans qui doivent subsister pendant quelque temps, il faut remplacer les bouées par des nacelles placées à 120 pieds de distance l'une de l'autre; ces nacelles soutiennent le câble sur des fourchettes en bois et se meuvent avec le pont : elles ont ordinairement 28 pieds de longueur, 3 à 4 pieds de largeur et 2 à 3 pieds de profondeur. (*Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 176.)

Les nacelles doivent être plus ou moins fortes, suivant la rapidité du courant : leur grandeur peut aussi varier en raison de la position qu'elles occupent sous le cordage. La première, c'est-à-dire la plus rapprochée de l'ancre, sera la plus forte, parce qu'elle soutient un câble qui tire de haut en bas, et qui tend à la submerger. La deuxième peut

Quand une rivière est trop large pour qu'on puisse la passer au moyen d'un seul câble, on en emploie deux, fixés chacun à une bouée. On se sert alors de deux bateaux, dont l'un parcourt l'arc CD qui a son centre en A (*fig.* 14), tandis que l'autre parcourt l'arc EF, dont le centre est en B. Un troisième bateau, ou bien un radeau, stationné au milieu de la rivière, sert à faire passer du premier pont volant sur le second. On peut encore, ce qui est beaucoup mieux, changer les câbles quand les ponts volans sont arrivés l'un contre l'autre, et faire parcourir l'arc EF au bateau D, tandis que le bateau E suivra le chemin DC.

Si la rivière n'est pas très-large ni très-rapide, on peut attacher le pont volant à une poulie qui

---

être la moins forte de toutes, puisqu'elle n'a qu'un petit arc à décrire : depuis la deuxième jusqu'à la dernière, leur force ira en augmentant ; car, plus elles sont rapprochées du pont, plus leur vitesse est grande, et plus aussi elles risquent d'être submergées.

De même que les bateaux du pont volant, les nacelles seront longues et étroites. On leur donnera peu d'élévation, afin qu'elles offrent moins de prise au vent : elles seront pontées, pour ne pas être englouties par les vagues lorsque le vent est violent. Quant à leur nombre, il dépend de la longueur du câble et de la rapidité de la rivière : moins le courant a de force, plus il faut rapprocher les nacelles pour que le cordage ne traine point à l'eau. *Guide du Pontonnier*, pag. 142. (*Note du trad.*)

roule sur un câble tendu d'un bord à l'autre (*fig.* 7) (1). Le bateau A, maintenu dans une position oblique par rapport au courant, se meut le long du câble BC, et traverse la rivière. C'est de cette manière qu'était établie la communication d'un bord à l'autre de la Tamise, à Gravesend, pendant la crainte de l'invasion. On avait fait plonger le câble jusqu'au fond de l'eau, pour ne pas interrompre la navigation, et, dans le mouvement du pont volant, la corde qui fixait le bateau à la poulie conservait une position presque verticale.

Supposons qu'un radeau triangulaire FGP (*fig.* 7), dont l'angle FGP est de 54° 44′, soit attaché au câble transversal BC : plaçons le côté GP suivant le fil de l'eau, et échappant par conséquent à l'action du courant : l'effet de ce courant sur le côté FG sera un *maximum* dans le sens de BC, et le radeau se mouvra vers le point C, sans éprouver d'autre résistance que celle qui provient du déplacement du liquide. Arrivé en C,

(1) Quand un bateau ou un radeau traverse la rivière à l'aide d'un cordage mis en travers perpendiculairement à la direction du courant, le pont volant s'appelle *traille* (*Aide-Mémoire*, pag. cxx.)

Le bac diffère de la traille en ce que le bateau n'est point attaché à la corde qui traverse la rivière : on fait effort sur cette corde pour passer d'un bord à l'autre. On ne peut établir des bacs que sur les rivières peu rapides. (*Note du trad.*)



si l'on donne au radeau la position 2, 2, 2, il traversera de nouveau la rivière et reviendra au point B (1).

Dans le cas d'un courant rapide, la résistance éprouvée par un pont volant dans la portion ascendante de l'arc qu'il décrit, est quelquefois très-considérable. Pour soustraire le pont à cette résistance, on peut se servir de deux câbles, et ne faire jamais parcourir au bateau qu'une portion d'arc descendante. Ainsi, par exemple, le bateau A (*fig.* 8) arrive au bord E en décrivant l'arc descendant DE : dans ce mouvement il entraîne avec lui le câble AC, au moyen duquel il retraverse ensuite la rivière en partant d'un point F, vers lequel on amène le bateau en le faisant remonter le long du bord.

On peut retirer un grand avantage d'une application partielle de la théorie des ponts volans, lorsqu'il s'agit de traverser un fleuve rapide pour tenter quelque coup de main hardi et imprévu. En pareil cas, il pourrait être dangereux que les

(1) Pour pouvoir établir commodément une traille en radeaux, le courant doit être assez fort sans être rapide; s'il est rapide, employez les bateaux. La largeur de la rivière ne doit être que de 60 toises au plus, à cause de la difficulté de bien tendre un câble de plus de 60 toises de longueur. Il faut clouer des planches verticalement contre les côtés du radeau qui doivent être frappés du courant, afin de rendre plus fort l'effet de son choc. *Aide-Mémoire*, pag. 1239. (*Note du trad.*)

bateaux parcourussent une grande distance sur le fleuve, et il importe beaucoup qu'ils le traversent en faisant le moins de chemin possible. Pour cela, faites partir le bateau du bord D (*fig.* 9), et retenez-le par un câble fixé en B, jusqu'à ce que, par suite de la pression de l'eau, il devienne nécessaire de le laisser aller : si le bateau est maintenu dans une obliquité convenable par le moyen des rames, le courant le portera vers l'autre rive, et il viendra bientôt aborder en un point G.

Toutes les fois que la rivière sera trop rapide pour qu'on ne puisse pas, sans danger, lancer le bateau et le faire passer d'un bord à l'autre en le tenant avec des cordes, il sera indispensable de le diriger avec une forte rame, parce que le gouvernail tout seul ne pourrait pas détruire l'effet d'un remoux ou d'un courant irrégulier.

En pareil cas, il sera mieux de chercher à effectuer le passage de la rivière dans une partie courbe, attendu que la rapidité du courant qui se jette vers le bord concave C (*fig.* 10), occasione un remoux (1) vers la partie convexe B, et que l'effet de ce remoux sera d'éloigner rapidement le bateau du rivage, et de le porter en D, où, par le moyen de la corde qui sert à le maintenir, il prendra obliquement le courant, et sera bientôt transporté à l'autre bord. Si l'on

(1) Section 1re, pag. 30.



veut ensuite le faire revenir sur la rive droite, on se servira de la corde AC et de la pression de l'eau, pour l'amener d'abord de G en A; puis, l'abandonnant à l'action du courant, et le maintenant dans l'obliquité convenable, il arrivera en H, où il entrera dans le remoux qui aidera à le faire remonter de H en D.

Un pont volant peut être composé de deux pontons, bateaux ou navires, que l'on tient suffisamment espacés pour que le courant agisse en même temps sur toute la longueur de leurs flancs (1), et auxquels on fait porter une es-

---

(1) Cette condition est presque impossible à remplir pour la moitié descendante de l'arc décrit par le pont volant, parce que, pour cette moitié, les bateaux doivent faire un angle très-ouvert avec la direction du courant. Mais quand le pont descend, il n'est pas nécessaire que l'eau frappe en même temps les deux bateaux, et il arrive presque toujours assez promptement au milieu de la rivière. La condition à laquelle il faudrait pouvoir satisfaire, serait qu'aussitôt que le pont commence à remonter, les deux bateaux fussent exposés dans toute leur longuenr au choc de l'eau : or, le plus grand angle que doivent faire les bateaux avec le courant, dans la moitié ascendante de l'arc, est de 54° 44'; par conséquent pour toute cette moitié les deux bateanx seraient frappés à la fois dans toute leur longueur, si leurs flancs les plus rapprochés étaient à la distance de tang. 54° 44' $\times$ l, c'est-à-dire 1.40 l, l étant la longueur des bateaux. On voit que la condition dont nous parlons ne pourra que bien rarement être remplie, et seulement encore ponr une petite portion de l'arc ascendant; il est assez ordinaire, en effet, d'employer pour ponts volans

pèce de plancher K (*fig.* 11 et 12) surmonté d'un garde-fou. Une pièce de bois horizontale est fixée aux mâts de l'amont des bateaux (1), et

des bateaux de 60 à 70 pieds de long, sur 10 à 12 pieds de large, et ces bateaux ne peuvent guère se placer à plus de 25 à 30 pieds de milieu en milieu, parce qu'il est difficile de trouver pour les ponter des poutrelles de plus de 40 à 50 pieds de longueur, sur un pied au moins d'équarrissage. (*Note du traducteur.*)

(1) On appelle *potence* l'ensemble des deux mâts ou montans élevés sur les bateaux, et de la traverse qui les réunit. Quand on a le temps et des moyens suffisans, il est préférable d'employer deux traverses au lieu d'une seule : on met ces traverses l'une au-dessus de l'autre, à la distance d'un pied environ, et dans cet intervalle on place une pièce appelée *chat*, percée d'un trou pour le passage du câble. Dans le mouvement du pont volant, ce chat va d'un montant à l'autre, en glissant sur le fond des rainures creusées dans les traverses. Pour diminuer le frottement, on fixe ordinairement des roulettes en cuivre aux extrémités du chat, et l'on garnit de bandes de fer le fond des rainures. (*Aide-Mémoire et Guide du Pontonnier.*)

On peut très-bien se passer du chat, et faire reposer le câble immédiatement sur la traverse; mais il est évident que, par suite de la grande tension de ce câble et du frottement considérable qui a lieu sur la traverse dans le mouvement de va-et-vient du pont volant, le câble sera promptement endommagé. On ne doit adopter une pareille disposition que pour des ponts établis à la hâte et pour un temps très-court; toutes les fois que les ponts devront subsister pendant plusieurs semaines, il sera bien plus avantageux de faire usage d'un chat. (*Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter *band, seite* 167.)

La position de la potence exige des soins, et influe beaucoup

cette pièce supporte le câble, dont l'extrémité vient aboutir à un vindax ou cabestan E(1), qui sert à relâcher le câble à volonté. Sans cette précaution, en effet, lorsque le courant frappe avec violence le flanc des bateaux, il pourrait briser

sur la facilité de la manœuvre du pont volant. Si on la place trop en amont, la pression verticale provenant de la tension du câble charge trop l'avant-bec des bateaux, et détruit une partie de l'effet du gouvernail; si on place la potence trop en aval, il est difficile de maintenir le pont dans sa direction, et la partie de devant a trop de tendance à revenir en arrière, en faisant converser les bateaux. L'expérience a fait voir que la potence doit être placée autiers, à peu près, de la longueur des bateanx, à partir du nez de devant.

L'expérience pronve anssi que l'élévation du chat au-dessus du tablier du pont, doit dépendre de la longueur du pont volant et de la force du courant : cette élévation varie de 12 à 30 pieds. Si le tablier est très-long, le chat doit être haut, pour que le câble ne gêne pas la circulation sur le pont; si le courant est faible, il faut encore élever le chat, parce que autrement le câble étant peu tendu, aurait une grande courbure et plongerait dans l'eau. *Voyez*, ponr plus de détails, l'*Aide-Mémoire*, page 1206, le *Guide du Pontonnier*, pag. 136, et surtout *Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter *band*, *seite* 166.

(1) Le treuil dont l'axe est vertical se nomme ordinairement *vindax* ou *vindas*, et celui dans leqnel il est horizontal prend le nom de *cabestan*. La manœuvre du vindas pour tendre les cordages est moins lente que celle qn'on fait avec le cabestan, et quoiqu'il soit plus compliqué que celui-ci, on doit le préférer pour le service des ponts militaires. *Dictionnaire de l'Artillerie*, pag. 44 et 488. (*Notes du trad.*)

un mât ou rompre le câble, ou enfin occasioner quelque autre accident (1). Le vindax sert aussi à amarrer le pont volant le long des petites jetées que l'on a dû préparer d'avance de chaque côté de la rivière. Lorsque le pont volant approche de ces jetées, on lui fait prendre une position parallèle au bord de l'eau, en laissant aller à la fois les deux gouvernails qui doivent être réunis l'un à l'autre pour exécuter ensemble les mêmes mouvemens. Il faut avoir constamment deux fortes ancres toutes prêtes en cas d'accident; il faut aussi se précautionner d'un câble d'une

(1) Lorsque, par l'effet d'un choc, d'un remoux ou de toute autre cause, un pont volant a été amené à faire un angle un peu trop grand avec la direction du courant, si ce dernier est très-rapide, on ne peut plus, à l'aide des gouvernails, ramener les bateaux dans la direction qu'ils doivent avoir; leurs flancs, qui s'inclinent de plus en plus, deviennent bientôt tout-à-fait perpendiculaires au courant, et, dans cette position, l'effort qui a lieu sur le câble peut être assez violent pour le rompre, ou pour faire chasser le pont volant sur son ancre. Pour éviter ces accidens, il faut promptement lâcher le câble au moyen du vindax; le pont volant obéissant alors à l'action du courant, la résistance est diminuée, et l'on peut facilement, en s'aidant des gouvernails, ramener les bateaux dans une direction à peu près parallèle au fil de l'eau. On remonte ensuite le pont volant sur son câble, jusqu'à une marque que l'on a soin de faire à ce dernier, pour pouvoir constamment maintenir le pont dans la même position par rapport aux jetées ou embarcadères qui sont sur les deux rives. (*Note du trad.*)

grande longueur; enfin, il est nécessaire d'avoir un petit bateau pour porter les ancres ou les cordages, et rendre toute espèce d'autres services.

Deux barques de la Tamise (1); disposées comme nous venons de l'indiquer, pourraient porter un plancher ou tablier de plus de 50 pieds anglais en carré (15 mètres de côté); 650 hommes tiendraient sur ce tablier. On pourrait aussi en placer bon nombre dans les barques, sous le pont. Enfin, il serait encore possible de donner deux étages au plancher, ce qui permettrait de passer quatorze ou quinze cents hommes à la fois. Le poids de quatorze cents hommes est d'environ 112 tonneaux (112,000 kilogrammes), et le port ou tonnage d'une barque ordinaire surpasse 80 tonneaux (80,000 kilogrammes) (2).

---

(1) Ces barques ont de 80 à 90 pieds de longueur, sur 14 à 15 pieds de largeur, et 6 à 7 pieds de profondeur. Le fond en est plat; l'avant-bec est très-incliné, mais l'arrière-bec, au contraire, est presque vertical. Ces barques ont la même largeur au milieu et aux extrémités; elles sont employées au transport du charbon.

(2) On construisit à Huningue, en 1704, un pont volant composé de deux grands bateaux pontés ensemble. Le câble qui retenait ce pont était attaché à une file de pilots faite comme un brise-glace; la distance du pont aux pilots était de 300 toises. Le câble était soutenu par dix petits bateaux. Le tablier du pont pouvait porter cent trente-cinq ou cent quarante cavaliers avec leurs chevaux, et dans les deux bateaux on pouvait placer un bataillon de cinq cents hommes. (*Notes du trad.*)

Lorsqu'on cherche à forcer de cette manière le passage d'un fleuve, le grand point consiste à ne pas laisser deviner le lieu où l'on veut débarquer. Il n'est pas possible de jeter les ancres d'avance; et si on ne peut le faire au moment d'exécuter l'entreprise, il faut employer un grand nombre de rameurs pour diriger les bateaux et leur faire traverser promptement le fleuve.

On peut établir sur les côtés les plus exposés aux coups de l'ennemi, des parapets en pièces de charpente (1), en balles de laine ou en sacs à terre, pour protéger les troupes de débarquement contre la mousqueterie ou la mitraille. On doit tenir des pompes toutes prêtes pour le cas où les bateaux seraient percés par des boulets au-dessous de la ligne de flottaison.

Dans les entreprises de cette nature, il est permis de s'écarter un peu des principes que nous avons posés relativement aux passages de fleuves exécutés d'une façon plus régulière. La réussite, en effet, dépend surtout, comme nous venons de dire, du soin que l'on apporte à ne pas laisser deviner le lieu de débarquement, et voilà la raison qui fait choisir le point de passage dans un saillant plutôt que dans un rentrant; et, pour qu'on n'objecte pas que le principe dont nous

(1) Charles XII fit border de parapets de cette espèce les bateaux et radeaux dont il se servit pour passer la Duna en 1701. *Voyez* PONTS DE RADEAUX. (*Note du trad.*)



nous écartons ici ne peut cependant admettre aucune exception, nous rappellerons que les portions rentrantes d'une rivière sont celles que l'on préfère pour l'emplacement d'un pont continu, parce que la nature de la rive protège avantageusement le pont et les troupes qui se forment en bataille de l'autre côté, et que d'ailleurs la tête de pont a moins de développement et se trouve mieux appuyée à la rivière (1). Mais ces considérations perdent beaucoup de leur importance quand il s'agit d'une entreprise tout-à-fait irrégulière, dans laquelle la ruse joue le principal rôle, et qui suppose que les forces de l'ennemi n'obligent pas à une grande circonspection. Le débarquement opéré en P ou en D (*fig.* 13, *pl.* 3) éprouvera moins de résistance qu'au point C, où l'ennemi s'attend généralement qu'on cherchera à passer. Il est, en outre, d'autres raisons qui tiennent à la nature des localités, et qui méritent que nous en fassions mention. Les plus grands obstacles que puissent éprouver des entreprises du genre de celles dont nous parlons, proviennent des bas fonds qui arrêtent les bateaux, ou des remoux qui contrarient leur marche : or, on sera bien plus exposé à rencontrer ces difficultés au point C qu'au point D. Nous avons vu, en effet (2), que dans un coude tel que EFG, il y avait ordinairement un remoux, peu de hauteur d'eau, et un

(1) Section I[ere], page 34. (2) Section I[ere], page 30.

fond qui manquait presque toujours de solidité. Quand bien même ces circonstances ne se présenteraient pas d'une manière très-prononcée, toujours est-il que le fond de la rivière y sera peu incliné (*fig.* 12, *pl.* 1re), et que le bateau ou radeau qui prend au moins 4 pieds d'eau, touchera à une certaine distance du bord. Laissons, au contraire, partir ce bateau du point H pour arriver en D (*fig.* 13, *pl.* 3); le courant se portant du côté de la rive opposée, entraînera le bateau vers le lieu où l'on veut qu'il aborde; et comme la profondeur de l'eau augmente près du point D, et que la rive y est roide et bien prononcée, on évitera les deux principaux obstacles que l'on ait à craindre dans une entreprise de cette nature, obstacles que présenteront presque toujours les parties tortueuses du cours d'une rivière.

Observations sur les passages de rivières à force ouverte.

Les principes sur lesquels reposent la théorie et l'emploi des ponts volans doivent être parfaitement connus des officiers de toutes les armes, et particulièrement des officiers d'état-major, attendu qu'il est très-souvent possible d'en faire une application, sinon totale, au moins partielle, aux bateaux ou radeaux de toute forme et de toute

grandeur, dont on se sert pour passer les petites rivières ou les fleuves les plus considérables.

Nous traiterons plus loin de la construction et du flottage des radeaux de tonneaux, de corps d'arbres, etc.; mais, ayant déjà fait connaître les principes généraux qui doivent en régler l'emploi, et ayant aussi rapporté quelques observations sur les passages de rivières exécutés avec de petits bateaux conduits à la rame, nous sommes amenés à considérer ici l'ensemble et la réunion combinée de tous les moyens partiels et isolés auxquels on peut avoir recours pour ces grandes entreprises.

Ces moyens sont principalement utiles pour les tentatives de passages brusques et imprévus; ils sont indispensables toutes les fois qu'on cherche à traverser une rivière à portée de l'ennemi, soit à force ouverte, soit en appelant la ruse au secours de la force.

Les tentatives de passages à force ouverte, exécutées en présence d'un ennemi vigilant et prévenu, ont quelquefois réussi d'une manière tout-à-fait étonnante, si l'on considère l'extrême désavantage qui se trouve du côté des attaquans lorsqu'ils n'ont pas recours à quelque stratagème; mais aussi, ces tentatives qui font toujours répandre beaucoup de sang, ont très-souvent échoué, et les exemples de leur réussite sont cités dans l'histoire militaire parmi ces entreprises incertaines et périlleuses dont la témérité même

put seule causer le succès, ou dont l'heureuse issue ne doit être attribuée qu'au peu d'efforts que l'on fit pour s'y opposer. Ces exemples ne sont nullement donnés comme des modèles à imiter, et le grand Frédéric, dans ses instructions pour ses généraux, blâme formellement toute tentative de passage exécutée de vive force et sans avoir recours à la ruse (1).

Si les troupes hollandaises avaient fait leur devoir à Tolhuis, la téméraire entreprise de Louis XIV n'eut pas réussi. Pour investir complètement Nimègue, il était nécessaire de passer le bras du Rhin qui joint le Waal à l'Yssel; ce bras était défendu par sept bataillons et trois régimens de cavalerie, commandés par le général Wurtz. La reconnaissance du fleuve fit trouver un point où il était guéable, excepté sur une longueur de cent pas. Le rapport en fut fait au Roi, qui résolut de tenter le passage en ce point, et qui ordonna un mouvement simulé pour masquer son projet; mais l'ennemi l'ayant deviné, Louis XIV commanda qu'on forçât le passage avec un corps de cavalerie précédé

(1) La force est inulile lorsque l'ennemi sera de l'aulre côté d'une rivière que vous avez inlention de passer; il faut avoir recours à la ruse. On n'a qu'à imiter le passage du Rhin, de César; celui du Pô, du prince Eugène; ou celui du Rhin, du prince Charles de Lorraine, s'il s'agit de passer une grosse rivière. *Instructions militaires du roi de Prusse pour ses généraux*, arlicle 19.



par un régiment de cuirassiers. Ceux-ci s'étant jetés à l'eau, furent bientôt suivis par un bon nombre de volontaires : ayant réussi à aborder, ils marchèrent à la cavalerie hollandaise, la culbutèrent, et, après avoir éprouvé quelque résistance, parvinrent aussi à enfoncer l'infanterie. Mais cette tentative aurait échoué si les troupes hollandaises eussent attaqué avec courage les premiers Français qui abordèrent, et si elles n'eussent point été frappées d'une terreur panique par la témérité même de l'entreprise (1). On parvient presque toujours, sous la protection d'une artillerie plus nombreuse que celle de l'ennemi, à construire un pont et à établir un logement de l'autre côté d'une rivière : si les localités sont favorables, il est même à peu près impossible qu'une pareille entreprise ne réussisse pas. Mais la difficulté consiste à passer, et à déboucher de la tête de pont en présence de toute les forces de l'ennemi, qui ne manquera pas d'attaquer, et qui sera bien supérieur en nombre, s'il n'a point été trompé par des mouvemens simulés.

Lorsque le prince Charles de Lorraine tenta de passer le Rhin en 1743, il parvint à s'établir dans l'île de Rheinach, et à construire sur le grand bras du fleuve un pont de bateaux pour communiquer à cette île. Mais par suite des excellentes

(1) *Histoire de Turenne*, tome 1[er], page 449. *Histoire de Louis XIV*, tome 1[er], pag. 319.

dispositions faites par le maréchal de Coigny, le Prince échoua dans deux tentatives de passage à force ouverte, exécutées simultanément sur deux autres points. Cependant les Autrichiens espéraient encore pouvoir forcer le passage de l'île de Rheinach à la rive gauche, et cherchaient à jeter un pont sur le second bras du Rhin; mais le maréchal de Coigny concentra ses troupes sur le point où les Autrichiens voulaient aborder, et fit des préparatifs si bien combinés (1), que le Prince fut contraint de renoncer à son projet. Dans la campagne suivante il eut recours à un stratagème, et réussit mieux.

En 1705, le prince Eugène, voulant pénétrer dans le Piémont par le Milanais, chercha à forcer le passage de l'Adda, vis-à-vis Paradiso : les matériaux rassemblés sur ce point firent découvrir son dessein. Il parvint néanmoins à jeter un pont

(1) Le maréchal de Coigny prit le parti de défendre le pont de communication de l'île de Rheinach à l'Alsace. Il plaça vis-à-vis de ce passage une batterie de canon; il en établit une autre dans l'île de Vogelsgrün, et deux encore dans l'île de la Tête-de-Bœuf. Il mit plusieurs corps d'infanterie et de dragons le long du Rhin, tout près de l'île de Rheinach, et seize escadrons de cavalerie campèrent entre le Rhin et Arckelsheim, pour se porter, tout de suite, en cas de besoin, sur les bords de ce fleuve. Ces précautions furent si judicieuses, que les Autrichiens n'osèrent jamais hasarder de passer le petit bras du Rhin qui leur restait à traverser pour pénétrer en Alsace. *Histoire du maréchal de Saxe*, tom. 1, pag. 516. (*Note du trad.*)

et à construire une tête de pont (1); mais le duc de Vendôme fit de si bonnes dispositions pour empêcher les ennemis de déboucher, que le prince Eugène fut forcé d'abandonner son entreprise.

Cette tentative de passage présente des circonstances trop curieuses, pour que nous ne croyions pas faire plaisir en les rappelant sommairement ici, et en ajoutant quelques détails au texte anglais. (Le trad.)

Au mois de juillet 1705, le grand-prieur frère du duc de Vendôme, ayant laissé passer l'Oglio (2) à l'armée impériale, le prince Eugène marcha sur le Pô dans la direction de Casal-Morano et Sorezina, et prévint l'armée alliée française et espagnole à la position des Navilles; cette position d'une grande importance, était couverte par quatorze canaux situés à vingt ou trente pas seulement l'un de l'autre. Le duc de Vendôme qui arrivait au secours de son frère, attaqua en

(1) Il n'est fait mention de cette tête de pont ni par l'historien de la Vie du prince Eugène, ni par Folard qui était à l'armée du duc de Vendôme, et qui par conséquent a dû raconter avec une grande exactitude toutes les opérations de cette guerre. L'historien Umicaglia dit cependant que, *le pont étant terminé, les Impériaux firent passer sur la rive droite, qui était fort basse près de la rivière, quelques centaines de grenadiers qui s'y retranchèrent.* Memorie istoriche della Guerra per la monarchia di Spagna, fol. 309. (*Note du trad.*)

(2) A Urago, entre Chiari et Calcio.

personne, avec tous ses grenadiers, l'avant-garde du prince, força successivement les quatorze canaux, et se trouva ainsi en présence de toute l'armée ennemie. Tout faisait présager une bataille générale; mais le prince Eugène, abandonnant sa position pendant la nuit, à l'insu du duc de Vendôme, fait deux marches forcées, et arrive tout à coup sur le haut Adda, près de Trezzo (1), dans l'intention d'y passer cette rivière, et de marcher ensuite au secours du duc de Savoie. Les Français n'avaient d'autres troupes sur ce point, qu'un bataillon et trois escadrons sous les ordres du marquis de Broglio. L'emplacement choisi par le prince Eugène était des plus avantageux, et tout semblait assurer la réussite de son entreprise; mais quelques-uns des chariots qui portaient les pontons s'étant rompus en chemin, il fallut s'arrêter pour les réparer (2), et ce retard, joint à la difficulté d'établir un pont sur une rivière aussi

(1) Le point choisi par le prince pour effectuer son passage, était entre Suisio et Boltanucco, à une lieue au-dessus de Trezzo, vis-à vis une maison de campagne de jésuites, appelée *Paradiso*.

(2) Un contre-temps à peu près pareil empêcha le prince Charles de Lorraine, en 1744, de passer l'Elbe le jour qu'il avait fixé pour cette entreprise. Son avant-garde n'était pas à une demi-portée de canon du fleuve, lorsqu'on vint dire au prince que les pontons avaient pris une fausse route, et qu'ils ne pourraient arriver avant que le jour parût: il fallut remettre le passage.

rapide que l'Adda (1), permit au duc de Vendôme, qui avait repassé cette rivière à Lodi, d'arriver à Paradiso avec quinze bataillons et de la cavalerie, et lui donna le temps de prendre des mesures pour s'opposer au passage du prince.

« C'eût été une grande imprudence d'approcher des bords de la rivière pour empêcher » l'établissement du pont ; ç'aurait été exposer » les troupes à un danger manifeste contre un » feu trop supérieur et trop bien établi, et contre » lequel il était impossible de se couvrir et de » s'empêcher d'être vu d'en haut de la tête aux » pieds. Le duc de Vendôme songea à s'en éloigner, et à laisser la plaine, c'est-à-dire un espace assez considérable, entre la rivière et le « terrain qu'il avait choisi. » *Commentaires de Folard sur Polybe*, tome 3, pag. 231.

« Ce terrain, qui dominait beaucoup la plaine » dont nous parlons, se trouvait rempli de haies, » de taillis et d'arbres touffus. Le duc de Vendôme tâcha de profiter de cette situation : il se

(1) Il s'écoula plus de vingt-quatre heures, avant qu'on pût venir à bout de construire le pont, et cela à cause de la rapidité de l'Adda qui empêchait qu'on ne joignît les pontons et qui emportait les poutrelles. (*Histoire du prince Eugène*, tom. 3, pag. 10.)

Les pontons, au lieu d'arriver le soir près de l'Adda, n'arrivèrent que le lendemain à midi. A cinq heures, il n'y en avait encore que trois d'assemblés et recouverts de leurs madriers.

» couvrit de ces haies, fit abattre plusieurs arbres,
» et tirer un retranchement autour de son camp,
» dont les deux pointes allaient aboutir à la ri-
» vière, de manière qu'il avait la figure d'un arc
» dont l'Adda était la corde. Ce travail fut fait
» avec une diligence incroyable, et il était presque
» achevé lorsque les Impériaux eurent perfec-
» tionné leur pont.

» Cependant, le prince Eugène voyant son pont
» établi, envoya reconnaître l'ennemi, et, sur ce
» qu'il apprit de sa disposition, il jugea le pas-
» sage impossible. Il comprit qu'en débouchant
» de son pont, l'ennemi pouvait le charger dès
» qu'il aurait fait passer la première colonne; que,
» celle-là étant défaite, les autres le seraient ai-
» sément l'une après l'autre, et avant qu'elles
» eussent le temps de se mettre en défense. . . .
» Que, s'il était battu dans un endroit si resserré,
» sa retraite était la chose du monde la plus chi-
» mérique : une rivière à dos, un pont où quatre
» hommes pouvaient à peine passer de front, et
» une rivière d'un cours de torrent et fort pro-
» fonde, outre la hauteur de ses rives. . . . .
» Toutes ces raisons le déterminèrent à aban-
» donner son dessein. Il fit retirer le pont, et re-
» prit la route de Pembrato. » (*Histoire de la vie du prince Eugène*, tom. 3, pag. 11.)

Le prince Eugène, ayant échoué dans sa tentative de passer à Paradiso, se porta sur la tête de pont de Cassano, où le duc de Vendôme avait

laissé le grand-prieur avec une partie de l'armée. Le prince espérait surprendre le grand-prieur, forcer la tête de pont et passer l'Adda; mais le duc de Vendôme entrait à Cassano en même temps que les Impériaux arrivaient sur le Ritorto, canal dérivé de l'Adda et qui couvrait la tête de pont. Le prince Eugène parvint à passer ce canal près du point où il sort de l'Adda, mais il ne put jamais forcer les Français, appuyés d'une part à leur tête de pont, et de l'autre au Ritorto. Après cinq heures de combat, les Impériaux furent contraints de repasser le canal.

Cette affaire sanglante et indécise, dans laquelle le prince Eugène reçut deux blessures et le duc de Vendôme une forte contusion, eut lieu le 15 août 1705. Elle porte le nom de *bataille de Cassano*. (*Le trad.*)

En 1705, le duc de Marlborough échoua dans la tentative de forcer le passage de la Dyle en présence de l'électeur de Bavière, qui, prévenu de l'intention du duc, fit des dispositions pour empêcher le passage. Marlborough avait détaché en avant six bataillons sous les ordres du général Hewkelon, et neuf bataillons commandés par Mr d'Owerkerque qui fut joint en chemin, par douze autres bataillons du duc. Ces deux colonnes d'avant-garde arrivèrent sur le bord de la Dyle pendant la nuit: elles jetèrent de suite des ponts, et, au point du jour, il y avait des forces considérables en bataille sur la rive gauche. L'électeur

marcha sur-le-champ contre les troupes qui avaient déjà passé, les attaqua, et reprit plusieurs villages où elles s'étaient établies; douze canons qu'il avait amenés, firent un grand ravage dans les rangs de l'infanterie qui passait la rivière, ou qui était en position sur l'autre rive. Enfin, après un combat de deux heures, le duc de Marlborough fut contraint de se retirer, la colonne aux ordres de M^r d'Owerkerque ne pouvant pas déboucher de son pont (1).

Dans la campagne de 1702, Villars jeta un pont sur le Rhin, de vive force, et sans avoir recours à aucun stratagème; mais aussi les circonstances locales favorisaient singulièrement son entreprise (2). Il occupait Huningue, et le prince de Bade était posté à Friedlingen. Villars fit d'abord établir un pont de bateaux sur le grand bras du

(1) Ce passage fut tenté le 30 juillet, à 11 heures du soir. On jeta plusieurs ponts vis-à-vis les villages de Neer-Ysche et de Corbeek, à une ou deux lieues au-dessus de Louvain; quarante pièces de canon protégeaient cette opération. Suivant l'historien Lediard, il n'y eut que deux bataillons qui passèrent près de Neer-Ysche, et cinq cents grenadiers seulement près de Corbeek. Selon Quincy, le général Hewkelon fit d'abord passer onze bataillons, trois mille grenadiers et trois régimens de dragons; ils étaient suivis de toute l'infanterie du duc de Marlborough. Voyez *Histoire de la vie de Marlborough*, tom. 2, pag. 115. (*Note du trad.*)

(2) *Histoire de Louis XIV*, tom. 3, pag. 599, et *Vie de Villars*, tom. 1, pag. 108.

Rhin (1), entre la rive gauche et l'île qui se trouve vis-à-vis Huningue. Dans cette île, on voyait encore les vestiges d'un ouvrage à corne qui avait été détruit à la paix de Ryswick: Villars fit relever un des bastions de cet ouvrage, et l'arma de douze pièces de 24; puis, ayant aussi fait placer du canon de gros calibre sur tous les points de la place d'où l'on pouvait battre les postes ennemis, il força ceux-ci d'abandonner les retranchemens construits sur le bord du fleuve. On put alors, sous la protection d'un feu très-vif, jeter un pont (2) sur le petit bras entre l'île et la rive droite (3). Quelques troupes d'infanterie passèrent sur cette rive et parvinrent même à construire une petite tête de pont; mais Villars ne put jamais déboucher, et il lui fallut attendre que le corps qu'il avait dirigé sur un autre point, eût traversé le fleuve, et se fût emparé de Neubourg. Ce fut alors seulement qu'il passa le Rhin, et qu'il gagna la bataille de Friedlingen (4).

---

(1) Le 29 septembre.

(2) Le 2 octobre.

(3) L'ennemi chercha à détruire le pont, en abandonnant au courant du Rhin, au-dessus de Bâle, de gros bateaux chargés de pierres et d'artifices, etc.; mais on les détourna avant qu'ils arrivassent contre le pont. *Vie de Villars*, tom. 1, pag. 110.

(4) Le 14 octobre. Cette bataille fut accompagnée de circonstances qui font voir combien il est important d'effectuer, sur plusieurs points à la fois, le passage d'un fleuve en

A moins qu'on ne soit favorisé par des circonstances semblables à celles dont Villars se prévalut, et que d'autres opérations ne concourent à la réussite des passages de rivières à force ouverte, les tentatives de ce genre échouent généralement, et ne s'exécutent jamais sans faire répandre beaucoup de sang.

Dans les plus célèbres passages de rivières, exécutés de nos jours ou dans les temps anciens, nous voyons que l'on a constamment eu recours à quelque stratagème pour faire passer les premières troupes, et qu'on a cherché à tromper l'ennemi et à lui faire prendre le change sur le véritable but qu'on se proposait. Aussi ces passages ont-ils toujours réussi, et le plus souvent même, en faisant perdre peu de monde.

---

présence de l'ennemi. Villars n'avait fait jeter qu'un seul pont sur le Rhin; aussi le passage des pièces d'artillerie fut-il plusieurs fois interrompu par celui de l'infanterie qui se rendait sur le champ de bataille: il s'ensuivit un si grand désordre sur le pont, et le passage se fit avec une telle lenteur, que Villars ne put combattre qu'avec une petite partie de son artillerie, et que les troupes manquèrent de munitions à la fin de la bataille. *Vie de Villars*, tom. 1er, *Histoire de Louis XIV*, tom. 3.

Dans une position à peu près semblable à celle où se trouvait Villars, le roi de Prusse, Frédéric II, passa l'Elbe sur seize ponts. En 1693, les Français jetèrent huit ponts pour passer le Neckar. *Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 211. (*Notes du trad.*)

Alexandre eut recours à la ruse pour effectuer le passage de l'Hydaspes. Il feignit de vouloir passer vis-à-vis l'emplacement où Porus était campé; puis, laissant un corps de troupes en ce point, il s'éloigna de quatre ou cinq lieues pendant la nuit, arriva près d'un endroit favorable, et traversa le fleuve avant que le jour parût.

Annibal, voulant passer le Rhône, détacha, pendant la nuit, Hanno avec un gros corps de troupes, qui passa le fleuve à quatre lieues au-dessus du point primitivement menacé.

Le passage de l'Adige par le prince Eugène, en 1701, fut admirablement bien combiné.

Laissant un corps d'infanterie vis-à-vis Rivoli, pour faire mine de vouloir passer en ce point, il étendit son armée le long de la rivière, sa gauche se trouvant vis-à-vis Badia. Catinat étendit aussi son armée sur la rive opposée, depuis Rivoli jusqu'à Legnago et Carpi. Le prince Eugène passe tout à coup l'Adige avec un corps de troupes au-dessous de Badia (1), marche sur

(1) D'après les Mémoires du maréchal de Tessé, ce passage de l'Adige aurait eu lieu entre Castel-Baldo et Villa-Bona, au-dessus et non pas au-dessous de Badia.

Le prince Eugène s'étant ainsi établi entre l'Adige et le canal Bianco, qui réunit cette rivière au Tartaro et au Pô, Catinat, qui ne pouvait deviner encore si l'intention du prince était de pénétrer dans le Mantouan ou dans le Modénois,

Ferrare, feint de se préparer à passer le Pô, et au moyen d'un pont volant, jette en effet, sur la

---

continua de défendre la ligne de l'Adige depuis Rivoli jusqu'à Carpi et Castagnaro, c'est-à-dire jusqu'au point où le canal Bianco reçoit les eaux de l'Adige, et porta le reste de ses troupes sur la rive droite du Pô, depuis Ostiglia jusqu'au petit fort de Stellata où il avait un pont sur ce fleuve. La droite de l'armée française venait ainsi s'appuyer au Panaro, et l'intervalle entre les lignes de l'Adige et du Pô était couvert par les marais du Tartaro.

Après avoir passé l'Adige, le prince Eugène qui, par suite de la position que Catinat avait prise, pouvait lui dérober plusieurs mouvemens par sa droite, fit jeter un pont sur le canal Bianco le 18 juin, à Castel Guglielmo (à une lieue au-dessous de la rencontre du Tartaro et du canal Bianco), et fit marcher sur Ferrare un détachement de cavalerie, qui se saisit d'un passage sur le Pô à Palantone, un peu au-dessous du point où ce fleuve reçoit le Panaro.

Les deux armées restèrent ensuite plusieurs jours à s'observer. Le 8 juillet, Catinat qui était venu visiter les postes de Legnago et de Carpi, en repartit avec un fort détachement pour Ostiglia, renforçant ainsi la ligne du Pô aux dépens de celle de l'Adige. Le prince Eugène informé par ses espions, de l'absence de Catinat, jeta tout à coup, près de Trecenta, un corps de troupes sur la rive gauche du Tartaro, et fit passer en même temps le canal Bianco par un autre corps, à Villa-Baruchelli, entre l'Adige et le Tartaro. Le prince se trouva ainsi dans l'angle de terrain compris entre le Tartaro et la partie du canal Bianco qui joint cette rivière à l'Adige, et qui est appelée *le Castagnaro*. Le corps, passé à Trecenta, s'avança d'abord jusqu'à Zelo, d'où prenant ensuite la route de Castagnaro, il rejoignit, près de ce dernier endroit, le corps qui avait passé à Villa-Baruchelli. Le 9 juillet

rive droite de ce fleuve quelque cavalerie qui s'avance jusqu'aux portes de la place. Ces mouvemens conduisent Catinat à étendre de plus en plus son armée. Il envoie un corps d'infanterie de l'autre côté du Pô, pour occuper le poste de Stellata. Alors le prince Eugène voyant son projet réalisé, et trouvant l'occasion d'attaquer les Français en détail, enlève brusquement les postes de Castagnaro et de Carpi, et marche rapidement sur San-Pietro di Legnago. Catinat, qui avait réuni une grande partie de ses forces à Ostiglia, dans l'intention de se porter sur la rive droite du Pô pour s'opposer au passage du prince, se retira précipitamment, abandonnant toute la ligne de l'Adige: il repassa le Mincio, et n'opposa plus de résistance (1).

---

de grand matin, ces deux corps attaquèrent, sur la rive droite de l'Adige, les postes de Castagnaro et de Carpi, en même temps que le prince Eugène les faisait attaquer par un troisième corps sur la rive gauche. Après un engagement très-vif, les Français abandonnèrent successivement Castagnaro et Carpi et se replièrent sur Legnago.

Les détails que nous joignons ici au texte original, nous ont paru devoir aider à l'intelligence du passage de l'Adige en 1701; ils nous ont été fournis par les Mémoires du maréchal de Tessé, et principalement aussi par ceux de San-Vitali (Umicaglia), le seul historien qui ait rapporté d'une manière satisfaisante, toutes les circonstances de ce célèbre passage. (*Note du trad.*)

(1) *Histoire du prince Eugène*, tom. 1[er], pag. 288.

Le passage de l'Adige, du Tartaro et du Pô par le prince Eugène, dans la campagne de 1706, et la marche de ce prince pour secourir Turin, sont peut-être les opérations militaires les plus brillantes de toute cette époque.

Laissant la moitié de son armée à San-Michele, sous le commandement du prince d'Anhalt-Dessau, le prince Eugène s'avance avec l'autre moitié jusqu'à Castel-Baldo, fait mine de vouloir attaquer le poste de Masi, et de se préparer à passer l'Adige à Badia (1). Ayant ensuite établi une batterie contre Masi, il détache quatre mille hommes sous les ordres du colonel Batté, pour aller tenter le passage de la rivière à Rotta-Nova (2). Cependant le prince continue ses préparatifs d'attaque contre Masi, jusqu'au moment où il apprend que cinq cents hommes du colonel Batté ont réussi à passer l'Adige dans de petits bateaux, et que le colonel se dispose à jeter un pont pour le passage du reste de ses troupes. A cette nouvelle, le prince Eugène enlève le poste de Masi, traverse la rivière à Badia avec une partie de son corps d'armée, et fait passer l'autre partie sur un pont qui fut immédiatement

(1) Les deux armées occupaient les mêmes positions que dans la campagne de 1701, seulement les Français avaient de plus, dans la campagne de 1706, une tête de pont à Masi, très-près de Badia.

(2) A trois lieues au-dessous de Badia. (*Notes du trad.*)

établi un peu au-dessous de cette ville. Pendant ce temps, le prince d'Anhalt passait à Brua (1).

Après avoir ainsi forcé ou plutôt tourné la ligne de l'Adige, le prince Eugène força le passage du canal Bianco. Sur ces entrefaites, l'armée française s'étant retirée derrière le Mincio, pour empêcher le prince Eugène de pénétrer dans le Piémont par le Milanais, ce prince passe tout à coup le Pô à Polecilla (2), et, s'avançant par la rive droite de ce fleuve, traverse le Parmesan, les duchés de Plaisance et de Tortone, tourne la ligne du Mincio et tous les moyens de défense préparés par les Français au nord du Pô, et parvient ainsi à secourir Turin.

Le célèbre passage du Pô en 1796, par Bonaparte, fut encore une opération du même genre. Après quelques mouvemens, qui firent croire aux

---

(1) Brua ou Buran, à une lieue au-dessous de Vérone.

(2) Polecilla ou Polesella, à l'embranchement du canal de ce nom et du Pô.

Le prince Eugène, après avoir rassemblé dans le canal qui réunit le canal Bianco au Pô, de grands bateaux chargés de parapets en fascines, fit gonfler les eaux de la Polesella en fermant l'écluse qui se trouvait an débouché du canal dans le Pô. Au moment du passage, on ouvrit tout à coup cette écluse, et le conrant porta rapidement les bateaux snr la rive droite du fleuve, où les troupes qui les montaient commencèrent sur-le-champ à se faire nn retranchement avec les fascines. *Memorie istoriche della Guerra per la Monarchia di Spagna*, Umicaglia, fol. 342. (*Notes du trad.*)

Autrichiens que les Français cherchaient à passer le Pô à Valence, Bonaparte fit une marche forcée sur Castel-San-Giovanni, emmenant avec lui trois mille hommes d'infanterie et quinze cents cavaliers. Le général Andréossy (1), avec un faible détachement de dragons, s'avança le long du Pô jusqu'à Plaisance, et s'empara, dans la nuit, de cinq bateaux chargés de munitions et de malades autrichiens. Le 17 mai, de grand matin, Bonaparte étant arrivé vis-à-vis Plaisance, s'embarqua immédiatement dans les bateaux qu'on avait pris, ou sur des radeaux et des ponts volans; et, après quelque résistance de la part de la cavalerie ennemie, parvint à s'établir de l'autre côté. Les autres divisions hâtèrent leur marche aussitôt que le mouvement fut démasqué, et passèrent le fleuve dans la même journée.

Le passage du Rhin par Moreau, le 20 avril 1797 (2), fut une des plus brillantes opérations de ce général célèbre. Moreau avait à sa disposition un train de pontons (3), mais il ne pouvait pas

---

(1) Alors chef de bataillon d'artillerie.

(2) Les détails qui suivent, ainsi que la plus grande partie des notes que nous y avons jointes, sont extraits du *Précis historique des Campagnes de l'armée du Rhin-et-Moselle pendant l'an IV et l'an V*, par le général d'artillerie Dedon. (*Notes du trad.*)

(3) Tous les équipages de ponts avaient été détruits dans la campagne précédente, particulièrement pendant le siége

établir un pont continu, avant d'être parvenu à jeter quelques troupes de l'autre côté du fleuve. Cette circonstance le détermina d'abord, à employer la ruse en même temps que la force. Il fit préparer plusieurs fausses attaques (1) pour

---

de Kehl; Moreau avait ordonné la construction d'un nouvel équipage de ponts de bateaux, mais il ne put être complètement terminé que le 19 avril; c'est ce qui retarda l'opération du passage, qui, suivant le premier projet, devait s'effectuer beaucoup plus tôt.

Le 18 avril, au point du jour, on fit enlever tous les bateaux qui se trouvaient sur la rivière d'Ill, depuis Strasbourg jusqu'à Colmar, et le 19 à midi ils furent réunis à Strasbourg. A deux heures la flottille de débarquement se remit en marche pour descendre au lieu où devait s'effectuer le passage : elle était composée de huit nacelles, quarante bateaux de l'Ill pouvant porter chacun soixante ou soixante-dix hommes, douze grands bateaux qui ne furent d'aucune utilité et qui s'engravèrent, enfin, un bac ou bateau plat qui devait servir à passer des pièces de canon de 4 et des munitions. La flottille était suivie de trois bateaux et quatre nacelles pour l'établissement d'un pont volant, et de cinquante-cinq pontons en bois ou bateaux d'artillerie, formant l'équipage de pont qui devait être tendu après le débarquement des premières troupes.

(1) L'attaque principale devait être secondée par trois fausses attaques, dont deux faites à la batterie de Béclair et à la pointe de l'île des Epis, au-dessus de Kehl, et la troisième au-dessous, vis-à-vis le village de Greffern. On devait aussi inquiéter l'ennemi par une canonnade qui s'étendrait sur toute la rive gauche, depuis Brisach jusqu'à Fort-Louis.

Les fausses attaques eurent toutes le succès qu'on en atten-

cacher la véritable, qui devoit avoir lieu un peu au-dessous de Strasbourg, vis-à-vis Kilstett (1); mais la difficulté de rassembler des bateaux en nombre suffisant, ayant retardé l'embarcation des troupes (2), il devenait impossible que le

---

dait : elles attirèrent l'attention des Autrichiens sur plusieurs points, et les empêchèrent de réunir leurs forces sur celui qui était véritablement menacé.

(1) Trois lieues au-dessous de Strasbourg. Le 24 juin de l'année précédente, Moreau avait passé le Rhin immédiatement au-dessus de Kehl, et ce passage est généralement le plus facile, à cause de la protection de Strasbourg; mais, au mois d'avril 1797, cette opération était devenue tout-à-fait impraticable, parce que la baisse extraordinaire des eaux du Rhin avait laissé à sec le bras Mabile (le plus près de Strasbourg), et qu'on ne pouvait plus, par conséquent, s'en servir pour faire arriver dans le grand courant les bateaux rassemblés sur l'Ill et sur le canal de navigation. L'ennemi, inquiet sur ce point de passage, le surveillait d'ailleurs avec une attention particulière, et avait laissé subsister tous les travaux faits pour le siége de Kehl l'automne précédent, ce qui n'aurait pas permis aux troupes de débarquement de déboucher dans la plaine au-dessus de Kehl.

(2) Le courant était si faible et les eaux tellement basses, qu'il fallut plus de douze heures pour amener les bateaux de Strasbourg à Kilstett. Leur marche fut encore ralentie par l'obscurité de la nuit, et par un orage très-violent qui empêchait de gouverner les bateaux, et en fit échouer plusieurs sur le sable. Le 20 avril, au point du jour, il n'y avait encore qu'une vingtaine de bateaux réunis près de Kilstett; il était six heures passées lorsque les premières troupes débarquèrent sur la rive droite. Depuis plusieurs heures, le canon des fausses attaques avait commencé à tirer.

premier passage eût lieu avant le jour, et Moreau ne pouvait plus espérer de surprendre l'ennemi. Il ne lui restait donc d'autre parti à prendre que de renoncer à son entreprise, ou de l'exécuter à force ouverte : il se détermina pour ce dernier parti, et attaqua avec trois corps de cinq mille hommes chacun. Celui que commandait le général Duhesme (1) s'embarqua au confluent de l'Ill et du Rhin (2), et, malgré un feu très-vif, parvint à aborder dans l'île (3) qui est la plus proche de la

(1) Le général Duhesme commandait toutes les troupes de l'expédition; elles avaient été partagées en trois colonnes d'attaque, qui devaient aborder, la première à gauche, vis-à-vis le bois et le village de Freystadt; la seconde au centre, vis-à-vis Bischofsheim (le général Duhesme était avec cette colonne); enfin, la troisième à droite, sur un banc de gravier, vis-à-vis Diersheim. Les difficultés de la navigation et le feu de l'ennemi, firent changer quelque chose à ces dispositions, et les trois colonnes descendirent sur le banc de gravier dont nous venons de parler.

(2) L'embarquement des troupes se fit, non pas au confluent même, mais à une lieue plus bas, un peu au-dessous de Kilstett, près de l'angle d'une digue très-rapprochée du Rhin dans cet endroit, et derrière laquelle était un grand espace commode pour rassembler beaucoup de troupes.

(3) Cette île, ou plutôt ce banc de sable, touchait au grand courant du Rhin. Il était séparé de la rive droite par deux petits bras que les Français passèrent à gué; ce ne fut qu'alors qu'ils en vinrent aux mains avec les Autrichiens, et qu'ils les chassèrent d'une baraque dans laquelle ceux-ci s'étaient retranchés, et dont les approches étaient défendues par des tas de bois de construction amoncelés tout autour.

rive droite. Ce corps repoussa les postes autrichiens, traversa ensuite à gué le dernier bras du fleuve, et s'établit enfin sur le territoire allemand. Avant que les Autrichiens eussent pu réunir des forces suffisantes pour attaquer le premier débarquement, les bateaux avaient eu le temps de retourner et d'amener de nouvelles troupes. Bientôt les Français s'emparèrent du village de Diersheim, et s'y maintinrent malgré toutes les tentatives que firent les Autrichiens pour le reprendre. Pendant que le général Duhesme continuait à recevoir de nouveaux renforts d'infanterie qui lui étaient amenés par les bateaux, on faisait passer de Strasbourg, sur un pont volant, de la cavalerie et quelques pièces d'artillerie (1). Les troupes françaises s'étendirent successivement et se formèrent en demi-cercle, leur centre au village de Diersheim et leurs flancs appuyés au fleuve; les Autrichiens multiplièrent leurs attaques contre ce village (2), et l'importance qu'on

---

(1) Ce pont volant avait été préparé dès le matin dans le petit bras du Rhin, près du lieu où les troupes s'embarquèrent: lorsqu'il fut terminé, on le fit descendre dans le grand courant. Il venait toucher à la pointe supérieure du banc de sable dont nous avons fait mention. On passa sur ce pont quelques canons et des munitions, avec quatre cents hommes de cavalerie.

(2) A trois heures après midi, les Autrichiens ayant reçu de nombreux renforts, attaquèrent vigoureusement la posi-

attachait à sa possession, donna lieu à un engagement d'infanterie qui fut peut-être le plus sanglant de toute cette guerre. Mais les renforts envoyés aux Français par les bateaux et le pont volant, se succédaient avec tant de rapidité qu'ils devinrent bientôt supérieurs aux Autrichiens, et que ceux-ci furent forcés d'abandonner Diersheim. Les Français ayant ensuite établi un pont de bateaux (1), firent passer, pendant la nuit, des forces considérables, et après un combat des plus opiniâtres, parvinrent à repousser une attaque générale faite le lendemain matin contre leur position (2).

---

tion des Français, et parvinrent, après une mêlée très-vive, à s'emparer du village de Diersheim, qui avait été déjà pris et repris trois fois dans la matinée; peu de temps après, les Français rentrèrent dans ce village. Les Autrichiens tentèrent encore une nouvelle attaque à l'entrée de la nuit, mais sans succès.

(1) On ne put commencer à travailler au pont de bateaux qu'à six heures du soir; à onze heures il était entièrement établi. Le 21 avril, à deux heures du matin, les troupes commencèrent à défiler sur ce pont.

(2) L'ennemi, qui avait employé toute la nuit à concentrer ses forces, fit, à six heures du matin, une attaque générale contre toute la position des Français, espérant que leur pont ne serait point encore terminé, et qu'il pourrait rejeter dans le Rhin les troupes qui étaient déjà passées. Les plus grands efforts eurent lieu contre le village de Diersheim, et la victoire resta long-temps incertaine; enfin, après *une des plus*

Cette entreprise fut extrêmement sanglante, et le succès en fut long-temps douteux: si les Autrichiens étaient parvenus à reprendre et à conserver le village de Diersheim, l'armée de Moreau était ruinée pour toute cette campagne. Je rapporte cet exemple, pour faire voir la vérité de l'observation que j'ai déjà faite, relativement à l'incertitude d'une tentative de passage à force ouverte exécutée sur un seul point. L'intention de Moreau n'était certainement pas de passer ainsi, et nous ne pouvons douter que, si son entreprise n'avait point été liée et combinée avec le passage du Rhin à Neuwied par le général Hoche (1), il

terribles mêlées qu'on puisse voir, l'ennemi fut forcé de renoncer à son projet.

A deux heures de l'après midi, les Français se mirent en mouvement pour reprendre l'offensive; mais les Autrichiens, qui étaient en pleine retraite, n'opposèrent aucune résistance. Le même jour le petit détachement qui occupait le fort de Kehl capitula.

(1) Hoche et Moreau avaient reçu du Directoire l'ordre positif de passer le Rhin le même jour, afin de partager l'attention de l'ennemi, et de jeter de l'incertitude dans ses mouvemens. L'armée de Sambre-et-Meuse, forte de soixante-dix mille hommes, possédait deux têtes de pont snr la rive droite, l'nne à Dusseldorf et l'autre à Neuwied; aussi cette armée déboucha-t-elle sans difficulté, l'aile droite, le 16 avril, par Dusseldorf, et l'aile gauche, le 18, par Neuwied. L'armée de Moreau, forte de soixante mille hommes, ne put prendre l'offensive que plusieurs jours après; mais ce retard involon-

n'eût abandonné cette attaque, et cherché le moyen de tromper les Autrichiens, au lieu de tenter de vive force ce qu'il avait primitivement projeté d'obtenir par surprise.

Le premier passage du Danube par Napoléon avant la bataille d'Aspern (Essling) n'aurait point dû réussir.

Les victoires d'Eckmühl et d'Ebersberg ayant ouvert à l'armée française le chemin de Vienne, l'archiduc Charles, qui, dès le 23 avril, avait repassé le Danube à Ratisbonne, s'avançait par la rive gauche de ce fleuve, au secours de la capitale des Etats autrichiens. Mais, à la nouvelle de la reddition de cette ville, le 12 mai, il rassembla toute son armée, forte de soixante-quinze mille hommes (1), près de la montagne de Bisam (2), pour observer les Français, et s'opposer au passage du Danube.

Après la prise de Vienne, Napoléon résolut de

---

taire devint avantageux pour Moreau, parce que le gros des forces autrichiennes s'étant porté du côté de Neuwied, le passage de l'armée du Rhin-et-Moselle, qui ne pouvait guère avoir lieu que de vive force, éprouva moins de difficulté.

(1) La plupart des relations de cette campagne portent à quatre-vingt-dix mille combattans l'armée que commandait alors l'Archiduc.

(2) Le Bisamberg touche au Danube; il est vis-à-vis Kloster-Neuburg, à trois lieues au-dessus de Vienne. L'archiduc Charles arriva le 16 mai au pied de cette montagne. (*Notes du trad.*)



tenter ce passage de vive force, et d'attaquer l'Archiduc (1).

Le lieu choisi pour l'exécution de cette entreprise était vis-à-vis Ebersdorf, quelques milles (2) au-dessous de Vienne. Là le fleuve est partagé en trois bras par deux îles. La première (3), qui a environ 1000 mètres de long et 400 mètres de large, est séparée de la rive droite par un bras dont la largeur est de 450 mètres. Le second bras, qui est le plus rapide, a seulement 250 mètres de largeur : il est compris entre cette première île et l'île de Lobau, dont la longueur, dans le

---

(1) Le jour même de la reddition de Vienne, on tenta de franchir le Danube près de Nussdorf, gros bourg sur la rive droite du fleuve, à une lieue seulement au-dessus de Vienne. La rive gauche présentait une excellente position pour l'armée française; mais il fallait passer avec assez de forces pour pouvoir l'occuper avant l'ennemi, et s'y maintenir. On chercha d'abord à s'emparer d'une île nommée depuis *île Lasalle*, située vis-à-vis Nussdorf. Les pontonniers y débarquèrent mille hommes, qui furent bientôt attaqués par des forces supérieures et succombèrent sous le nombre, après avoir combattu avec la plus grande intrépidité. La malheureuse issue de cette tentative obligea Napoléon à choisir un autre point de passage, et c'est en avant d'Ebersdorf qu'il résolut de traverser le fleuve. (Voyez *Guide du Pontonnier*, pag. 59, etc.)

(2) Une lieue et demie au-dessous de Vienne.

(3) Les dimensions des îles et la largeur des différens bras du Danube n'étant point indiquées d'une manière exacte dans le texte original, nous les avons rectifiées d'après des plans et mémoires très-détaillés. (*Notes du trad.*)

sens du courant, est de 4000 mètres, et dont la largeur est de 2 à 3 mille mètres. Sur les trois quarts à peu près de son développement, cette seconde île présente, du côté de la petite ville d'Enzersdorf, une courbure convexe assez régulière, autour de laquelle coule le dernier bras du Danube, dont la largeur est de 130 mètres environ. La gauche de cette île offre un rentrant fortement prononcé, et une position très-avantageuse pour effectuer le passage du fleuve : au-dessus et au-dessous de ce rentrant, quelques petites îles divisent encore le troisième bras du Danube, qui se partage en plusieurs branches avant de retomber dans le courant principal.

Le 18 mai, Napoléon s'empara de l'île de Lobau (1) avec la division Molitor qui passa le fleuve dans des bateaux. On se servit des piles d'un pont que les Autrichiens avaient détruit, pour établir la communication entre l'île de Lobau et la rive droite (2).

Dans la nuit du 19 au 20, on jeta un pont de

(1) L'ennemi n'avait laissé dans cette île qu'un faible détachement, qui en fut chassé sans peine.

(2) Le pont du second bras fut commencé le 18, à cinq heures du soir; il était composé de bateaux ou pontons autrichiens. Le lendemain matin, on travailla au pont du premier bras, pour lequel on employa de grands bateaux du Danube trouvés à Vienne. Le 19, à midi, ces deux ponts étaient terminés. (*Notes du trad.*)

pontons (1) sur le troisième bras du fleuve ; trois heures suffirent pour cette opération. Avant qu'il fît jour, trois divisions d'infanterie et quelque cavalerie légère, avaient déjà passé sur la rive gauche (2).

Dans la journée du 20, l'Archiduc avec une partie de son avant-garde, s'approcha pour reconnaître l'armée française. Sa cavalerie légère obtint quelque avantage sur la première division de cavalerie qui formait l'avant-garde de Napoléon ; le soir, bien tard, cette division parvint cependant à déboucher du terrain bas qui avoisine le fleuve. L'Archiduc, dont l'intention n'avait nullement été de défendre le passage, et qui ne voulait attaquer les Français que le lendemain, revint à Aderklau (3), après avoir ordonné à son avant-garde de se replier en arrière, à mesure que les troupes françaises se déploieraient. Ainsi Napoléon put, sans aucune difficulté, occuper Gross-Aspern et Essling, et développer son armée entre ces deux villages.

Les affaires sanglantes et générales du 21 et du 22 mai (4) furent une conséquence de la réso-

(1) Il n'était composé que de quinze pontons autrichiens.

(2) Le total des troupes françaises qui s'établirent sur la rive gauche du Danube, était à peu près de cinquante mille hommes.

(3) A une demi-lieue en avant de Wagram.

(4) On se battit, le 21, depuis quatre heures du soir jusqu'à la nuit, mais sans résultat positif. Le 22, les Autrichiens



lution prise par l'Archiduc de ne point attaquer dans la journée du 20. On s'accorde généralement à penser, qu'il aurait dû profiter de l'ardeur dont ses troupes étaient animées, pour empêcher les Français de déboucher de leur pont, et surtout pour défendre les villages de Gross-Aspern et d'Essling, dont la reprise fit ensuite répandre tant de sang (1): par là, les avantages qui furent si chèrement achetés par l'armée autrichienne dans les journées du 21 et du 22 et dont le résultat fut de forcer les Français à repasser dans l'île de Lobau, ces mêmes avantages, disons-nous, auraient été obtenus bien plus facilement, sans courir les chances d'une bataille générale qui faisait l'objet de tous les vœux de Napoléon, et que l'Archiduc, au contraire, n'avait plus de véritable motif pour hasarder après la prise de Vienne.

Peut-être était-il impossible d'empêcher les Français de prendre position sur la rive gauche du fleuve, protégés comme ils l'étaient par le feu violent des batteries établies dans l'île de Lobau. Il n'aurait même pas été prudent de la part de l'Archiduc d'exposer ses soldats à une canonnade aussi terrible, en leur faisant serrer de

---

renouvelèrent leur attaque à la pointe du jour, et à neuf heures du soir on se battait encore.

(1) Le village de Gross-Aspern fut pris et repris quatre fois, et Essling huit fois dans la journée du 22. La veille ce dernier village avait été déjà pris et repris cinq fois. (*Notes du trad.*)



trop près les troupes qui cherchaient à déboucher du pont; mais les villages dont la possession fut regardée dans les affaires suivantes, comme étant d'une importance décisive, n'auraient jamais dû être abandonnés sans combat.

Si les Autrichiens avaient attaqué dans la matinée du 20, et qu'ils eussent combiné leur attaque avec une tentative de détruire les ponts au moyen de brûlots, tentative qui leur réussit si bien le 22 (1), le passage du Danube n'aurait très-probablement pas pu s'effectuer. L'armée de l'Archiduc aurait été en état de poursuivre ses succès, au lieu de rester dans une inaction qui ne peut se justifier que par l'énormité des pertes éprouvées à la bataille d'Aspern, et qui priva bientôt les Autrichiens de tous les avantages qu'ils avaient si péniblement obtenus.

Dans la nuit du 22 au 23, Napoléon fit sa retraite dans l'île de Lobau (2). Les Autrichiens ne cherchèrent nullement à profiter de leur vic-

---

(1) Le pont du deuxième bras fut rompu avant la bataille d'Essling, par un grand bateau que lancèrent les Autrichiens; mais on l'eut bientôt réparé. Pendant la bataille, l'ennemi envoya sans cesse des corps flottans contre les ponts, et malgré la surveillance des pontonniers, les deux grands ponts furent emportés le 22 au matin. (*Guide du Pontonnier*, pag. 61.)

(2) A quatre heures du matin, toutes les troupes et l'artillerie avaient repassé dans l'île; on replia alors le pont du troisième bras. (*Notes du trad.*)



toire; cependant je ne doute pas qu'ils n'eussent complètement réussi dans une attaque vigoureuse, qui aurait été faite le 23, lorsque les ponts qui communiquaient à la rive droite n'étaient point encore réparés, et que toute l'armée française, manquant de vivres et de munitions, était entassée dans l'île de Lobau, à l'exception du corps de Davoust qui n'avait pas quitté la rive droite. Mais l'Archiduc ne fit aucune tentative de ce genre, et il laissa ainsi à Napoléon le temps de faire réparer ses ponts (1) et d'opérer sa jonction avec l'armée que commandait le vice-roi d'Italie.

Les Français construisirent, entre l'île de Lobau et la rive droite, un pont dont la largeur permettait à deux voitures de passer de front (2):

---

(1) Les ponts des deux grands bras ayant été réparés, une partie de l'armée repassa sur la rive droite. Trois jours après, ces ponts furent encore détruits par des moulins que l'ennemi abandonna au courant. (*Guide du Pontonnier*, pag. 61.)

(2) Ce pont, remarquable par la grandeur de ses dimensions, ainsi que par sa solidité et la promptitude avec laquelle il fut construit, traversait les deux premiers bras du Danube; il était sur pilotis, et avait 770 mètres de développement. La largeur totale du tablier était de $4^{m}.20$; la distance entre les pièces de guindages ne surpassait pas $3^{m}.70$, ce qui permettait cependant aux voitures de se croiser sur le pont.

La largeur des travées variait de 7 mètres à 15 mètres, mais en général elles avaient 12 mètres de large. Le pont, sur le bras le plus près de la rive droite comprenait qua-



bientôt après ils en établirent un second de sept pieds de large ; enfin, plus tard, on en jeta en-

---

rante-une travées ; il n'y en avait que dix-neuf sur le second bras.

Chaque palée était formée de cinq pilots de 28 à 30 centimètres de diamètre, placés à 80 centimètres l'un de l'autre, cette distance étant mesurée de milieu en milieu. Les pilots d'une même palée étaient reliés par deux moises en écharpe, et par une troisième moise horizontale placée un peu au-dessus de la hauteur moyenne des eaux. Le niveau du tablier du pont dépassait de $1^{m}.30$, à peu près, les hautes eaux ordinaires ; celles-ci s'élèvent de 7 à 8 mèt. au-dessus du lit du fleuve dans les endroits les plus profonds. La crue qui précéda la bataille d'Essling fut subite et tout-à-fait extraordinaire ; dans l'espace de quelques heures les eaux montèrent de deux mètres et demi, et la vitesse du Danube, qui n'est guère que d'un mètre par seconde pendant la saison des basses eaux, était alors de trois à quatre mètres dans certaines parties du fleuve.

Les chapeaux ou traverses qui couronnaient les files de pilots, avaient de 23 à 24 centimètres d'équarrissage : leur longueur était de $4^{m}.60$; ils étaient fixés aux pilots par de forts clameaux en fer.

Il y avait cinq longerons ou sommiers par travée : ils étaient formés de bois en grume, ayant 18 ou 19 centimètres de grosseur moyenne. Deux rangs de madriers, de 4 à 5 centimètres d'épaisseur chacun, recouvraient ces longerons.

En dehors des pièces de guindages, on avait placé de chaque côté du pont, des montans de 80 centimètres de hauteur, qui soutenaient une lice formant garde-fous. Les montans étaient à 4 mètres l'un de l'autre; des liens inclinés, assemblés à moitié hauteur, les soutenaient en dedans et en dehors : les liens intérieurs dépassaient les guindages, et servaient de chasse-roues. Derrière les garde-fous et de 20 mètres en 20

core un troisième qui était fait avec des bateaux. La tête de ces ponts fut couverte par de vastes ouvrages de fortifications; les retranchemens de l'île

---

mètres, on avait encore placé des poteaux de $1^{m}.80$ de hauteur, qui portaient des lanternes pour éclairer le pont pendant la nuit.

Immédiatement au-dessous du grand pont de pilots dont nous venons d'indiquer les dimensions, on établit un pont de bateaux, qui traversait aussi les deux grands bras du Danube. Les ponts étaient protégés contre les brûlots, par une forte estacade en pilots construite à 4 ou 500 mètres en amont; elle se composait de deux parties, dont les extrémités venaient aboutir à une petite île au-dessus de l'île de Lobau.

Sur le bras du milieu, c'est-à-dire sur celui où le courant a le plus de rapidité, on établit encore, à 40 ou 50 mètres au-dessus du grand pont de pilotis, un autre pont également sur pilotis, destiné au passage de l'infanterie seulement: il avait environ 400 mètres de longueur. L'intervalle entre ses guindages n'était que de $1^{m}.65$, et chaque palée était formée de trois pilots reliés par des moises, comme ceux du grand pont. Celui dont nous parlons n'avait que trois longerons par travée; leur diamètre était de 15 à 16 centimètres. Le tablier du pont ne s'élevait pas à plus de 60 à 70 centimètres au-dessus des hautes eaux; il était formé d'un seul rang de madriers, et portait de chaque côté un garde-fou de 80 centimètres de hauteur.

La construction des deux ponts de pilotis, et de l'estacade qui les couvrait, fut terminée en moins de vingt jours par les troupes du génie. Sept sonnettes montées sur des bateaux du Danube, battaient des pilotis sur sept points à la fois. Le général comte Bertrand dirigeait ces grands travaux. (*Notes du trad.*)

furent augmentés et perfectionnés, et on les arma de pièces du plus gros calibre. On établit de fortes estacades en amont des ponts pour les protéger contre de nouveaux accidens du genre de ceux qui étaient arrivés; enfin, on organisa une flottille armée, pour augmenter encore la sûreté des communications.

Ces dispositions trompèrent les Autrichiens, et leur firent croire que Napoléon voulait traverser le fleuve au même point où il avait déjà tenté le premier passage; en conséquence, ils concentrèrent leur armée (1) sur la rive opposée, et retranchèrent la position d'Aspern et d'Essling (2).

Le 30 juin dans l'après-midi, Napoléon reprit l'offensive; ses démonstrations confirmèrent les Autrichiens dans l'opinion qu'il chercherait à passer directement vis-à-vis Essling.

Du 1er au 4 juillet, l'artillerie de l'île de Lobau et des îles adjacentes, tira sans interruption sur les postes autrichiens, qui souffrirent beaucoup de cette canonnade.

---

(1) L'Archiduc avait alors cent soixante ou cent soixante-dix mille combattans.

(2) Les retranchemens des Autrichiens formaient une ligne continue, dont les deux extrémités étaient appuyées au Danube. Cette ligne s'étendait de Gross-Aspern à Enzersdorf, en traversant le village d'Essling; elle était armée de plus de cent cinquante pièces de canon. (*Notes du trad.*)



Le 4, à dix heures du soir, quinze cents voltigeurs s'embarquèrent sur des bateaux à Ebersdorf (1); protégés par sept chaloupes canonnières, ils abordèrent au-dessous de l'île de Lobau, près de Muhlleuten, et repoussèrent sans difficulté les avant-postes autrichiens.

Le général Dessales (2), chargé de la direction des ponts, en avait préparé un d'une construction particulière (3); il avait 83 toises (162 mèt.) de long, et fut jeté en quelques minutes, dit-on, de l'île de Lobau à la rive gauche du fleuve, dans la direction de Muhlleuten (4): l'infanterie le

(1) Dès le 2 juillet, cinq cents voltigeurs avaient passé dans la petite île du Moulin, vis-à-vis Essling, et s'y étaient établis. Le même jour, cette île fut réunie à l'île de Lobau par un pont de bateaux, et bientôt après on jeta un autre pont de l'île du Moulin à la rive gauche. Ces diverses opérations attirèrent l'attention de l'ennemi sur ce faux point d'attaque, contre lequel il dirigea un feu très-vif.

(2) L'auteur veut parler de M. le maréchal de camp d'artillerie baron de Salle, qui était chef de bataillon dans la campagne de 1809.

(3) Les dispositions pour jeter ce pont furent faites par M. Heckmann, capitaine du 1[er] bataillon de pontonniers. *Voyez* l'Aide-Mémoire, pag. 1185. (*Notes du trad.*)

(4) Ce pont fut préparé derrière une petite île du troisième bras, nommée *Ile Alexandre*, à 2,000 mètres à peu près du point où ce bras retombe dans le grand courant. Il était composé de quatre parties liées entre elles par des cordages, afin qu'il pût suivre la courbure du canal dans lequel on l'avait préparé, et dont la largeur n'était que de 6 toises (12 mèt.).

passa au pas de charge. Un corps de deux mille cinq cents hommes traversa le fleuve dans des barques. En deux heures, on jeta un pont de bateaux ; un pont de radeaux faits avec des corps d'arbres, fut achevé dans le même temps. Enfin, le 5 juillet, à deux heures du matin, les Français possédaient quatre ponts (1). Plusieurs corps d'ar-

---

On le forma de quatorze bateaux ou pontons du modèle autrichien ; il y avait seulement trois poutrelles à chaque travée, parce que le pont ne devait servir qu'à de l'infanterie. Voyez *Guide du Pontonnier*, pag. 63.

Le pont descendit parallèlement à la rive droite, et dès que la culée qui marchait la première, fut à hauteur du point où elle devait être établie (2,000 mètres au-dessous d'Enzersdorf et 200 mètres seulement au-dessous de l'île Alexandre), on fit faire un quart de conversion au pont; cette manœuvre, qui dura cinq minutes, fut exécutée à onze heures du soir. Afin de maintenir le pont dans sa marche, on avait attaché une longue cinquenelle aux bateaux de la culée mobile, et placé des pontonniers dans chaque bateau, pour jeter des ancres, et pour retarder ou accélérer le mouvement du pont au moyen de gaffes.

Les bateaux autrichiens dont on se servit, avaient 26 pieds ($8^{m}.40$) de long, 6 pieds ($1^{m}.95$) de large au milieu, et 2 pieds 9 pouces ($0^{m}.90$) aux deux becs. (Extrait d'un Mémoire de Mr le capitaine d'artillerie Robert.)

« On plaça les cabestans sur la rive ennemie, pendant que les troupes défilaient. » *Aide-Mémoire*, pag. 1187.

(1) A la fin de la journée du 5, l'armée française avait neuf communications de l'île de Lobau à la rive gauche. (*Notes du trad.*)

mée passèrent immédiatement (1), et, après avoir forcé l'avant-garde ennemie de se replier, s'emparèrent de Muhlleuten, et s'étendirent ensuite dans la direction de Wittau. A six heures du matin, l'armée de Napoléon avait déjà pris ou tourné tous les retranchemens construits par les Autrichiens entre Enzersdorf et Aspern. C'est ainsi que s'effectua le passage du Danube : nous terminerons ici nos citations, les batailles mémorables de ce jour et du lendemain étant tout-à-fait étrangères à l'objet que nous examinons (2).

---

(1) La gauche de l'armée française déboucha à deux mille mètres à peu près au-dessous d'Enzersdorf, et la droite vis-à-vis le village de Muhlleuten.

(2) L'engagement du 5 juillet dura depuis sept heures du matin jusqu'à neuf heures du soir; les Autrichiens lui ont donné le nom de *bataille d'Enzersdorf*. Dans cette journée, l'armée française s'empara des villages de Gross-Aspern, Essling, Raasdorf et Gross-Hofen. La bataille de Wagram commença le 6, à cinq heures du matin, et à sept ou huit heures du soir on se battait encore.

Pendant toute la journée du 5, et la nuit qui précéda la bataille de Wagram, « l'ennemi continua d'envoyer contre les » ponts du Danube des corps flottans pour les détruire : c'é» taient de grands bateaux vides, ou de simples brûlots, ou des » machines infernales. Des pontonniers de garde en amont des » ponts, postés dans des nacelles fournies de grappins et de » cordages, les arrêtaient, et les conduisaient sur la rive. » *Guide du Pontonnier*, page 67. (*Voyez* dans le même ouvrage, la description détaillée des machines infernales lancées par les Autrichiens dans la nuit du 5 au 6 juillet.)

Lorsqu'une armée cherche à franchir un fleuve, elle a le grand avantage de pouvoir employer la ruse et les tentatives simulées, qui conduisent souvent le général chargé de défendre le passage, à trop disperser ses troupes. Vouloir occuper tous les points, c'est vouloir n'être fort nulle part; mais aussi tenir toutes ses troupes concentrées dans une seule position, près du lieu qui paraît le plus menacé, c'est s'exposer inévitablement, comme dans l'exemple remarquable que nous venons de rapporter, aux tentatives que peut faire l'ennemi pour tourner cette position.

Le premier soin que doit avoir le général qui veut s'opposer au passage d'une rivière, c'est de prendre toutes les mesures possibles pour se procurer la connaissance des préparatifs qui se font de l'autre côté. De petites nacelles que l'on tire à terre pendant le jour, ou que l'on cache soigneusement dans les anses formées par la rivière, doivent faire la garde pendant la nuit: il faut, en les laissant aller doucement au courant, s'approcher sans bruit de la rive ennemie, se glisser dans les endroits favorables au rassemblement des bateaux, et rendre compte de toute apparence de mouvement. Si l'ennemi médite une surprise, les hommes qui montent ces nacelles pourront, par une surveillance active et hardie, en deviner les préparatifs; ils pourront du moins, lorsque les bateaux se mettront en

marche, être instruits à l'instant même de la direction qu'on leur fait prendre, et l'indiquer aussitôt au moyen de quelque signal. Les différentes divisions de l'armée doivent être prêtes à se mouvoir avec la plus grande rapidité, et leur disposition doit permettre de repousser avec des forces beaucoup supérieures la première tentative d'un débarquement. Il faut faire les plus vigoureux efforts pour empêcher que l'assaillant ne s'établisse sur le rivage: tout dépend, en effet, de ce premier établissement; car, d'après de nombreux exemples d'événemens de cette nature, nous pouvons assurer que les attaquans prennent toujours, pour soutenir leur avant-garde, des mesures telles, que leurs renforts se succèdent plus rapidement que ceux des ennemis. Et l'on concevra facilement ce que nous avançons ici, en remarquant que le général qui cherche à passer une rivière peut, pendant la nuit, retirer toutes ses troupes des points où, le soir précédent, il a encore simulé de sérieux préparatifs de passage, et vis-à-vis lesquels l'adversaire doit rester en force jusqu'à ce que le mouvement soit tout-à-fait démasqué.

« A l'égard des passages des rivières de vive » force, je crois », observe le maréchal de Saxe (1),

(1) Rêveries, liv. 2, chap. 7.

« qu'il n'est guère possible de les empêcher, » parce qu'ils sont ordinairement soutenus d'un » si grand feu de canon, qu'il est impossible d'em- » pêcher qu'une tête ne passe, ne se retranche, » et ne fasse un ouvrage pour couvrir la tête du » pont (1). Il n'y a rien à faire pendant le jour; » mais pendant la nuit on peut attaquer cet ou- » vrage; et s'il se trouve que ce soit dans le temps » que l'armée ennemie commence à passer des- » sus, la confusion se met partout; ce qui est » passé est perdu, et l'on fait rebrousser chemin » au reste. Mais il faut y aller en force. Si vous » ne profitez pas de la nuit, vous trouverez le » lendemain toute l'armée passée; alors ce n'est

---

(1) Le 9 mai 1813, avant que le grand pont de Dresde fût rétabli, Napoléon voulut passer l'Elbe à quelques lieues au-dessous de cette ville, près de Priesnitz : la position était très-avantageuse, la rive gauche présentant une concavité bien prononcée, et dominant beaucoup la rive droite. Au moyen de quelques bateaux, on fit d'abord passer, pendant la nuit, 300 hommes, qui s'établirent de l'autre côté du fleuve et creusèrent un bout de tranchée pour se couvrir. Au jour ils se maintinrent parfaitement contre des forces très-supérieures : toute l'artillerie ennemie vint les canonner; mais cent pièces en batterie sur la rive gauche contraignirent les ennemis à s'éloigner. La seconde nuit on fit passer deux à trois mille hommes, qui travaillèrent sur-le-champ à une tête de pont en couronne, capable de renfermer deux divisions. Au point du jour l'ouvrage était déjà ébauché sur tout son développement; l'ennemi se retira. (*Note du trad.*)

» plus une affaire de détail; mais une bataille » entière, qu'il ne convient pas toujours aux af- » faires d'un Etat de hasarder. »

Le premier passage du Danube par Napoléon et son établissement sur la rive gauche de ce fleuve, coûtèrent de grandes pertes à l'armée française, et finirent même par échouer complètement, ainsi qu'il arrive presque toujours aux entreprises dans lesquelles on ne fait usage que de la force. Mais le succès fut acheté très-cher aussi par les Autrichiens, et ils ne purent tirer aucun avantage de la position critique où se trouvèrent les Français après la rupture de leurs ponts. La réussite de la seconde tentative doit être attribuée à l'inactivité extraordinaire dans laquelle resta l'armée autrichienne après la bataille d'Essling; à la ruse si habilement combinée par Napoléon, pour faire prendre le change à ses ennemis sur le véritable point de passage; à la manière admirable dont fut dirigé, dans l'armée française, tout ce qui avait rapport aux ponts; et principalement, enfin, à la faute que commit l'Archiduc, en n'attaquant pas sur-le-champ et avec vigueur, les premières troupes qui cherchèrent à s'établir de l'autre côté du Danube.

Le passage de l'Adour, en 1814, par l'aile gauche de l'armée du duc de Wellington, commandée par le lieutenant-général lord Niddery, sera toujours considéré, dans les fastes de l'histoire

militaire, comme l'une des plus célèbres entreprises de ce genre.

On avait eu d'abord le projet de faire, pendant la nuit, un établissement sur la rive droite, avec autant de monde qu'on aurait pu en transporter sur des portières ou radeaux composés de pontons: ensuite, et aussitôt que cette opération aurait été terminée, on aurait fait entrer dans l'Adour les bâtimens rassemblés au Socoa, et qui devaient servir pour jeter un pont. (*Voyez* PONTS DE BATEAUX, section III, et la planche 4e.) Mais les pontons arrivèrent trop tard, et le jour parut avant qu'on eût commencé la construction d'un seul radeau. Le temps était d'ailleurs si mauvais qu'il n'y avait pas apparence que les chasse-marées pussent passer la barre. Ces circonstances contraires firent nécessairement modifier le plan qui avait été primitivement arrêté; mais elles ajoutèrent encore à l'éclat de cette opération mémorable, qui, n'ayant pu s'effectuer comme tentative de nuit, fut entreprise et exécutée en plein jour.

On commença par faire passer quelques troupes, au moyen des petits bateaux qui accompagnaient l'équipage de pontons; elles repoussèrent les avant-postes français. Immédiatement après on s'occupa de construire des radeaux avec les pontons; mais voyant qu'ils n'étaient pas capables de résister à la violence du courant, on continua de faire passer des hommes dans les bateaux, et,



à mer étale, on se servit aussi des pontons (que l'on put alors conduire à la rame), pour renforcer aussi promptement que possible le peu de troupes envoyées de l'autre côté de l'Adour dans le premier moment (1). Pendant ce temps, on faisait des démonstrations comme si l'on eût voulu passer la rivière vis-à-vis le camp retranché de Bayonne (2). Cette tentative simulée eut un succès complet, et la garnison, trompée sur le véritable dessein de l'armée anglaise, resta dans l'incertitude et ne prit aucune mesure énergique pour empêcher le passage. Ce ne fut que vers le soir, et seulement lorsque cinq à six cents hommes avaient déjà passé, qu'on chercha à s'opposer à cette entreprise. Quelques bataillons français descendirent la rivière; mais une décharge de fusées volantes, faite par l'infanterie anglaise qui était

---

(1) On fit passer de cette manière plus de six cents hommes sur la rive droite. Mr Dupin (*Voyages dans la Grande-Bretagne*, 1ere partie, tom. 2, pag. 266), dit que cette opération *n'eût pas été possible avec des pontons non pontés*. Cependant, des renseignemens positifs nous mettent à même d'assurer que les pontons dont se servirent les Anglais n'étaient point pontés, et qu'ils ne différaient en rien de ceux dont le détail est donné dans la section II de cet Essai ; aussi ne put-on s'en servir qu'à mer étale. (*Note du trad.*)

(2) Nous croyons qu'il y a erreur ici, et que l'auteur veut parler de la fausse attaque faite sur les ouvrages de Beyrits en avant de la digue qui soutenait l'inondation supérieure des marais Balichon. (*Voyez* la note de la page suivante.)

établie sur la rive droite, mit ces bataillons en désordre, et ils ne tardèrent pas à se retirer (1).

---

(1) Le texte original rapproche ici plusieurs circonstances qu'il importe de distinguer; il importe surtout d'observer, à l'égard du détachement qui sortit de Bayonne pour attaquer les premières troupes anglaises établies sur la rive droite de l'Adour, que le mauvais succès de cette tentative ne doit nullement être attribué au défaut de valeur des soldats français, comme l'auteur le fait entendre, mais bien à l'irrésolution du gouverneur, à la lenteur extrême des préparatifs de sortie, et surtout, enfin, à la faiblesse numérique des troupes qui composaient cette sortie.

L'ennemi qui, depuis les premiers jours de février, faisait ses préparatifs pour passer l'Adour au-dessous de Bayonne, fit partir de Biaritz, Bidart et Saint-Jean-de-Luz, dans la nuit du 22 au 23 de ce mois, quelques troupes portées par des barques légères, qui vinrent aborder, avant le jour, sur la plage au nord de l'Adour. En même temps d'autres troupes passèrent cette rivière vis-à-vis le Boucaut, sur des barques et des pontons qu'elles avaient transportés par terre. Ce fut en vain que les chaloupes canonnières chargées de la défense de l'Adour voulurent s'opposer à ce premier débarquement : elles tiraillèrent toute la journée; une d'elles sauta; les autres et le *Stationnaire*, bâtiment de 12 canons, qui était habituellement mouillé vis-à-vis le Boucaut, remontèrent la nuit à Bayonne.

Cependant le 23, de grand matin, l'ennemi démasqua une batterie de sept pièces, à embrasures, établie au fond de l'anse de Blancpignon sur la rive gauche. Les pièces commencèrent aussitôt à tirer sur *la Sapho*, corvette de 24 canons, qui avait été placée au milieu de l'Adour pour battre de revers les bords et tout le terrain en avant de l'inondation des marais Balichon. *La Sapho*, prise en long par la batterie de

Les bâtimens ne purent passer la barre que le soir du second jour; il fallut beaucoup d'habi-

---

Blancpignon, ne pouvait riposter qu'en s'exposant inévitablement à être entraînée par le courant du reflux, qui déjà portait avec force à la mer au moment où les Anglais commencèrent lenr feu. Ce malheureux bâtiment, qui, pendant plus de six heures, servit ainsi de but à la batterie anglaise, remonta enfin dans Bayonne avec le flux, après avoir perdu son capitaine et une grande partie de son équipage.

La batterie de Blancpignon avait donné le signal d'une fausse attaque dirigée contre les ouvrages de Beyrits; cette attaque, qui se prolongea tout le jour, ne fut qu'une canonnade insignifiante et sans résultat.

Pendant que l'ennemi continuait à jeter des troupes sur la rive droite de l'Adour, on délibérait, dans la place, sur le parti à prendre, et l'on perdait ainsi un temps précieux. Enfin, dans l'après-midi, on se décida à faire marcher sur le Boucaut deux bataillons de la citadelle, commandés par le général Maucomble, qui avait ordre de reconnaître la position et le nombre des ennemis, et de les rejeter derrière l'Adour s'il en était temps encore. Mais ce faible détachement, sorti de la citadelle à cinq heures du soir, ne put arriver qu'à l'entrée de la nuit au village du Boucaut, où il trouva l'ennemi déjà en force et bien établi. Après une vive fusillade qui dura plus d'une heure, et qui coûta aux Français environ deux cents hommes tués ou blessés, le général Maucomble voyant qu'il avait affaire à des forces trop snpérieures, crut devoir se retirer. Il fit sa retraite lentement et avec ordre, et rentra dans la citadelle au milieu de la nuit.

Durant toute cette nuit et toute la journée du 24, l'ennemi continua son passage de l'Adour; mais ce ne fut plus avec d'aussi grandes précautions que la veille. Le même jour 24, les bâtimens ou chasse-marées rassemblés à Biaritz, Bidart, Gué-

leté et de détermination de la part de la marine pour exécuter cette opération, dans laquelle on perdit plusieurs chasse-marées et bateaux avant d'avoir pu en faire entrer le nombre nécessaire à l'établissement du pont : ce nombre ne fut même tout-à-fait complet que le surlendemain. Pendant ce temps toutes les troupes avaient passé la rivière dans des bateaux ou des pontons. Les chevaux de la cavalerie traversèrent à la nage, attachés à la poupe des bateaux qui portaient les hommes (1); on en transporta aussi au moyen d'un pont volant composé de pontons.

---

thary, Saint-Jean-de-Luz et le Passage commencèrent à entrer en rivière. Le 24 au soir, l'ennemi avait déjà sur la rive droite quelque cavalerie et plusieurs pièces de canon de campagne. Dans l'après-midi, les routes de Toulouse et de Bordeaux furent interceptées, et à la fin du jour l'investissement de la place était complet. (*Note du trad.*)

(1) Cette manière de faire passer un grand fleuve à la cavalerie n'était pas inconnue aux Anciens. Plutarque rapporte, dans la vie de Timoléon, que les Corinthiens étant arrivés à Rhegium (aujourd'hui Reggio) en Calabre, et voulant aller en Sicile, au secours de Timoléon, ne pouvaient passer le détroit, à cause de la présence de la flotte des Carthaginois; « mais celle-ci s'étant enfin éloignée, les Corinthiens voyant » qu'on ne les observait plus, et que le vent, tombé tout-à-» coup comme par miracle, leur ouvrait sur les eaux un » chemin uni et tranquille, se jettent promptement dans les » premières barques et dans les premiers bateaux de pêcheurs » qu'ils rencontrent par hasard, et passent en Sicile avec » tant de sûreté et avec une si grande bonace, qu'ils mènent

D'après les exemples célèbres que nous venons de rapporter, il nous paraît démontré que les passages de rivières tentés de vive force échouent le plus souvent, ou du moins n'ont qu'une réussite tout-à-fait incertaine, tandis qu'au contraire un succès complet et assuré accompagne toujours la ruse habilement combinée avec la force. Ces mêmes exemples nous font voir aussi que, pour réussir dans une opération de passage de rivière, il faut exécuter la première tentative avec des moyens partiels et isolés, tels que des bateaux, des radeaux ou des ponts volans, que l'on tient soigneusement cachés derrière des îles

---

» même leurs chevaux par la bride, toujours nageant à côté
» de leurs bateaux. » (*Traduction de Dacier.*)

La cavalerie d'Annibal passa le Rhône de la même manière. On eut aussi recours à cet expédient lors du célèbre passage du Rhin, exécuté le 29 décembre 1640 par le duc de Longueville, vis-à-vis Lorich, à deux ou trois lieues au-dessous de Bingen. L'infanterie avait déjà traversé le fleuve, et s'était établie sur l'autre rive; mais les bateaux étaient trop petits pour qu'on pût embarquer la cavalerie. Le colonel Rose proposa de faire passer les chevaux à la nage, en mettant dans chaque bateau un cavalier qui tiendrait son cheval par la bride: ce procédé réussit si bien, qu'on finit par mener trois chevaux à la fois avec un seul bateau. C'est ainsi que toute la cavalerie passa le Rhin. (Voyez *Histoire militaire du règne de Louis XIII*, par Ray de Saint-Geniès, tom. 2, pag. 185.)

En 1708, un régiment de dragons hollandais traversa de cette manière, et sans éprouver aucune perte, le bras de mer qui sépare l'île de Cadsand de la ville de Sluys (l'Ecluse).



et dans des affluens, ou que l'on ne met à l'eau qu'au moment même d'effectuer le passage; et que les ponts réguliers et continus doivent bien plutôt être destinés à soutenir, avec le gros des forces, les détachemens qui ont déjà traversé par surprise, en des points mal défendus, qu'ils ne doivent servir à faire passer les premières troupes qui cherchent à s'établir de l'autre côté de la rivière.

SECTION CINQUIÈME.

Ponts de radeaux formés de corps d'arbres, de tonneaux, de caisses ou de peaux remplies d'air.

Radeaux en corps d'arbres et bois équarris.

Les difficultés qu'éprouve dans les pays montueux le transport des bateaux ou des pontons, réduisent souvent les armées à la nécessité d'établir des ponts avec les seuls matériaux qu'elles rencontrent dans le voisinage des rivières.

Les grosses pièces de bois propres à faire des radeaux présentent, en pareil cas, lorsqu'on les trouve en quantité suffisante près du bord de l'eau, une des ressources les plus précieuses pour effectuer un passage.

La construction des radeaux ne coûte guère d'autre peine que celle d'abattre les arbres et de les rassembler (1). Ce moyen de communication

(1) La facilité avec laquelle on trouve presque partout le matériel nécessaire à la construction des ponts de radeaux, est probablement la cause qui a fait bien souvent déjà recourir à cette espèce de ponts. En 1579, Alexandre Fernèse, gou-



convient aux grandes rivières (1) aussi bien qu'aux petits ruisseaux : on peut donner aux radeaux des dimensions assez fortes pour qu'ils soient capables de porter un grand nombre d'hommes à la fois, et alors on les emploie comme

---

verneur des Pays-Bas au nom de Philippe II, jeta sur la Meuse, près de Bessel, un pont de radeaux jointifs sur lequel il fit passer toute son armée pour aller attaquer les ennemis. La même année, au siége de Maëstricht, il réunit les travaux d'attaque au-dessus et au-dessous de la place par deux ponts de radeaux. Le comte Guillaume de Nassau employa le même moyen au siége de Zütphen. Pendant la guerre de trente ans, les généraux firent souvent passer leurs armées sur des ponts de radeaux : parmi les passages exécutés de cette manière, nous citerons seulement comme les plus remarquables, celui du Mein, en 1620, par le comte de Solms; celui de la Wartha près de Landsberg, en 1631, par Gustave-Adolphe, et celui de la Saale près de Halle, en 1636, par les Impériaux. L'emploi de ce genre de ponts s'est conservé de nos jours, et avec raison. Le 14 août 1777, le corps d'armée du général Bourgoine passa sur un pont de radeaux la rivière d'Hudson, dans l'Amérique septentrionale. En 1787, les Prussiens jetèrent, près de Frauenacker en Hollande, un pont de radeaux sur l'Amstel, etc. *Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften, 2ter band, seite* 104. (*Note du trad.*)

(1) Les ponts de radeaux sont propres aux plus grandes rivières, pourvu qu'elles ne soient pas trop rapides, parce que dans ce cas les radeaux offrant beaucoup de résistance au courant, le pont a peu de stabilité. (*Aide-Mémoire*, pag. 1234.)

Les pontonniers firent inutilement les plus grands efforts pour placer un radeau au pont de bateaux construit, en 1809, sur la Salza, devant Burghausen. Dans la même cam-

ponts volans (1); on peut aussi réduire leurs dimensions et s'en servir comme de bateaux, pour en composer un pont continu.

Les grands radeaux isolés furent très-souvent employés par Charles XII pour ses passages de rivières; parmi ceux-ci le plus célèbre est le passage de la Duna en 1701 (2).

---

pagne on reconnut l'impossibilité de ponter des radeaux sur le second bras du Danube, devant Ebersdorf: on avait construit des radeaux pour remplacer les bateaux du pont tendu sur ce bras; mais quelques radeaux échappés par un heureux accident, et jetés sur le pont, prouvèrent que ces corps flottans ne pouvaient nullement être manœuvrés sur des eaux aussi rapides. *Guide du Pontonnier*, pag. 1244.

(1) En 1742, le comte de Saxe, revenant de Bohême avec l'armée française et l'armée de Bavière, passa le Danube dans la nuit du 5 au 6 septembre, à Deckendorf, et remonta par la rive droite de ce fleuve jusqu'à une lieue de Ratisbonne. Les deux armées repassèrent ensuite sur la rive gauche, le 11 du même mois, vis-à-vis de Donaustauf. Le comte de Saxe avait fait établir près de ce dernier village un pont volant *formé de radeaux*, et un pont sur pilotis : l'infanterie passa sur le premier, et la cavalerie sur le second. *Histoire du maréchal de Saxe*, tom. 1er, pag. 355.

(*Il y a deux erreurs dans cette note : l'une se rapporte au pont de pilotis, qui existait depuis long-temps, et qui ne fut point établi par le comte de Saxe; l'autre est relative au pont volant, qui n'était pas formé de radeaux, mais* de quatre grandes barques. Voyez *Histoire du maréchal de Saxe*, à la page indiquée ci-dessus. *Le trad.*)

(2) Ce passage s'effectua le 9 juillet, à quatre heures du matin, vis-à-vis Fassen-Holm, à un quart de lieue au-des-

Les ponts jetés sur la Vistule, à Kartziow (1) et à Varsovie, en 1704, et à *Nieroth* (2) en 1705,

---

sous de Riga. Les Saxons et les Russes étaient retranchés sur la rive gauche et tenaient le fort de Cobrun. Le roi de Suède fit passer les premières troupes dans des bateaux, qui furent bientôt suivis par cent radeaux que le général Dalberg, gouverneur de Riga, avait fait préparer. Les Suédois, protégés par l'artillerie de cette place et par quelques chaloupes canonnières, parvinrent à s'établir de l'autre côté; aussitôt ils marchèrent aux retranchemens, et, après trois heures d'un combat opiniâtre et sanglant, forcèrent les Saxons à la retraite. Les bateaux et radeaux qui servirent au passage avaient été garnis d'épais parapets en bois de charpente. Après la bataille, les radeaux furent employés à l'établissement d'un pont continu. *Voyez*, pour plus de détails, l'*Histoire militaire de Charles XII*, par Gustave Adlerfeld, tom. 1[er], pag. 22. *Voyez* aussi *Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2[ter] band, seite 221.

(1) A quatre lieues au-dessus de Varsovie. Le pont, qui avait été construit de manière à pouvoir être transporté à tel endroit qu'on voudrait, fut amené à Kartziow sur cinquante chariots : commencé le 18 octobre à la pointe du jour, il était déjà terminé à midi. Après l'avoir disposé contre un des bords de la Vistule, on fit monter un lieutenant et quarante grenadiers sur des bateaux, pour aller l'attacher à l'autre bord; mais comme le courant était très-rapide, le pont se rompit dans cette manœuvre : on parvint cependant à le réparer au moyen de plusieurs bateaux auxquels on l'attacha si bien, qu'il tint bon jusqu'à ce que toute l'armée suédoise eût passé.

Ce passage s'exécuta de vive force, et sous le feu des retranchemens que les Saxons avaient élevés sur la rive gauche. *Histoire militaire de Charles XII*, tom. 2, pag. 95. (*Notes du trad.*)

(2) L'auteur anglais prend ici un nom d'homme pour un

étoient formés de radeaux de corps d'arbres. Le dernier de ces ponts fut emporté par les glaces; cet accident ne serait probablement pas arrivé si l'on avait eu le soin de ménager une ouverture dans le pont.

Le passage de la Desna, en 1708, se fit sur des radeaux formés avec des charpentes de maisons (1).

---

nom de lieu; Nieroth était un général de Charles XII. Laissé avec deux mille hommes de cavalerie pour couvrir Varsovie et protéger les opérations de la Diète, il fut attaqué, le 21 juillet 1705, par dix mille Saxons et Polonais qui avaient passé la Vistule à gué, à une lieue au-dessus de Varsovie. Après un combat qui dura depuis huit heures du matin jusqu'à deux heures du soir, les Saxons furent battus et poussés dans la Vistule, où un grand nombre se noyèrent.

Le 29 décembre, le roi Charles, qui était campé à Blonie depuis le commencement d'octobre, vint occuper le camp de Nieroth, *où ce général avait un pont sur la Vistule.* A quelques jours de là, le pont fut rompu par les glaces, mais très-peu d'heures suffirent pour le réparer. *Mémoires de Maximilien, duc de Wirtemberg*, pag. 142; *Histoire militaire de Charles XII*, tom. 2, pag. 191. (*Note du trad.*)

(1) Ce passage eut lieu le 2 novembre près du village de Mezin, un peu au-dessous de la petite ville d'Ignotowka: les détails en sont très-curieux. On avait commencé dès le 31 octobre la construction de deux ponts; mais la gelée étant survenue, il fut impossible de passer ce jour-là. « Ce retard donna le temps aux Russes de garnir d'artillerie » la rive opposée, vis-à-vis l'endroit où le bord était le plus » accessible; il fallut choisir un autre endroit qui rendit, » par sa difficulté, ce passage un des plus extraordinaires

Après la bataille de Pultawa (28 juin 1709), une partie des troupes battues repassèrent le Borysthène sur des radeaux faits avec les pièces de bois et les planches des caissons (1).

» qui se soit peut-être jamais fait. Les hauteurs qui bor-
» daient la rive du côté des Suédois étaient fort escarpées;
» le Roi ne laissa pas de faire descendre par là, non-seulement
» les troupes destinées pour passer, mais aussi tout ce qu'il
» fallait pour construire des radeaux.

» Les officiers et les soldats s'étant donc laissé glisser en
» bas, snr le derrière, firent, à la hâte, quelques radeaux
» au pied de la montagne : ensuite on fit passer quelques
» hommes, qui attachèrent à l'autre côté des cordes qui de-
» vaient servir à passer et repasser. Cela fait, on commença
» par transporter quinze ou vingt soldats snr chaque radeau,
» de sorte que le soir six cents hommes se trouvèrent passés. »

Le même soir l'ennemi fit attaquer ces six cents hommes par sept bataillons; on se battit pendant trois heures. A la fin les Suédois manquant de poudre, marchèrent contre les Russes qui cherchaient à s'emparer des cordes auxquelles les radeaux étaient attachés : les Russes se retirèrent en désordre.

Le lendemain le roi Charles fit établir deux ponts de radeaux; on en jeta encore nn troisième à une lieue plus bas. *Histoire militaire de Charles XII*, tom. 3, pag. 181.

(1) L'Histoire militaire de Charles XII ne parle pas de cette circonstance; voici ce qu'on lit au sujet de ce passage, tom. 3, pag. 305 : « Comme il n'y avait pas assez de bateaux ni de
» bois ponr en construire, on se trouva assez embarrassé
» pour passer le Borysthène. Cependant l'ennemi ne parais-
» sant point, on eut tont le temps nécessaire pour en chercher
» le long du fleuve, et on trouva enfin assez de barques et
» de canots pour commencer le transport, qui continua heu-
» reusement jusqu'an 12 juillet à midi, qu'il se trouva près

Dans la campagne de 1796, en Italie, l'armée française, dépourvue de toute espèce d'équipage de pont régulier, construisit sur l'Adige, à Ravazon, près de Roveredo, un pont de radeaux qui avait environ 120 mètres de longueur. Ce pont subsista plusieurs années, tantôt au pouvoir des Autrichiens, et tantôt au pouvoir des Français (1).

Lors du célèbre passage du Rhône par Annibal, on transporta les éléphans d'un bord à l'autre sur des radeaux.

Pour être à même de pouvoir calculer le nombre de pièces de bois dont il faut composer un radeau qui soit capable de flotter sous un poids donné, il est d'abord nécessaire de savoir mesurer le volume d'un corps d'arbre ou d'une pièce équarrie.

» de deux mille hommes passés, quoiqu'ils l'eussent fait lentement, parce que le Borysthène étant fort large en cet endroit, il fallait une heure au moins avant que l'on pût passer et repasser. »

Les chevaux traversèrent à la nage; mais un grand nombre furent emportés par le courant.

Le passage eut lieu près d'une petite ville nommée Perowolocsna, au confluent du Borysthène et de la Worsklà.

(1) Les bois qui servirent à la construction du pont de l'Adige étaient équarris; ils avaient 15 pouces de côté, et laissaient entre eux des intervalles de 6 ou 7 pouces. Les radeaux avaient 50 pieds de long et 15 pieds de large; la portière du pont était faite avec des batelets. Voyez l'*Aide-Mémoire*, pag. 1234. (*Notes du trad.*)

Les règles généralement usitées pour trouver le cube des bois en grume, conduisent à des résultats qui sont d'un quart ou d'un cinquième au-dessous de la réalité. Cette différence a probablement pour objet de compenser le déchet qui a lieu lorsqu'on équarrit les arbres; mais, relativement à la recherche dont nous nous occupons, il est nécessaire d'avoir des méthodes plus rigoureuses.

Première règle. Ajoutez ensemble les surfaces des deux sections extrêmes et de leur moyenne géométrique, et multipliez le tiers de la somme par la longueur de l'arbre: le produit sera le volume de la pièce de bois.

Trouver, par exemple, le volume d'un arbre de 10 mètres de longueur, les circonférences extrêmes étant $1.^{m}62$ et $1.^{m}30$.

Nous avons :

Diamètre de la première circonférence

$$= \frac{7}{22}\, 1.^{m}62 = 0.^{m}515.$$

Diamètre de la seconde circonférence

$$= \frac{7}{22}\, 1.^{m}30 = 0.^{m}414.$$

Surface de la plus grande section

$$= \frac{1.^{m}62 \times 0.^{m}515}{4} = 0.^{m.2}2086.$$

Surface de la plus petite section

$$= \frac{1.^{m}30 \times 0.^{m}414}{4} = 0.^{m.2}1345.$$

Moyenne géométrique entre ces deux sections

$$= \sqrt{0.^{m.2}2086 \times 0.^{m.2}1345} = 0.^{m.2}1675;$$

et par conséquent volume de l'arbre

$$= \frac{0.^{m.2}2086 + 0.^{m.2}1345 + 0.^{m.2}1675}{3} \times 10.^{m} = 1.^{m.3}702.$$

Voilà la règle la plus exacte; mais les suivantes étant plus simples, et donnant des résultats qui approchent beaucoup de la vérité, sont fréquemment employées.

Deuxième règle. Faites le produit du carré de la circonférence moyenne exprimée en mètres et fraction de mètre, par 0.07956, surface du cercle dont la circonférence est 1, et multipliez ensuite ce produit par la longueur de l'arbre.

Prenons le même exemple que ci-dessus.

La circonférence moyenne est $1.^{m}46$, et son carré $2.^{m.2}1316$, dont le produit par 0.07956, est $0.^{m.2}1696$, qui, multiplié par la longueur de l'arbre, donne $1.^{m.3}696$, volume qui ne diffère que de six décimètres cubes de celui que nous avons trouvé par la première règle.

Troisième règle. Multipliez le carré du cinquième de la circonférence moyenne par le double de la longueur de l'arbre.

Conservons toujours le même exemple.

La circonférence moyenne est $1.^{m}46$, dont le cinquième élevé au carré égale $0.^{m.2}08526$; multiplié par 20 mètres, double de la longueur de l'arbre, il donne $1.^{m.3}705$ pour le volume cherché. Ce dernier résultat surpasse de trois décimètre

cubes celui qui a été fourni par la première règle (1).

Le volume d'eau déplacé par un corps d'arbre entièrement immergé, est égal au volume même de cet arbre ; et la différence entre le poids de celui-ci et le poids d'un pareil volume d'eau indique la plus grande charge sous laquelle le corps d'arbre puisse flotter.

---

(1) La première règle suppose que le corps d'arbre a la figure d'un cône tronqué, et en général cette supposition s'accorde assez avec ce qui est indiqué par l'observation. La seconde règle est la plus simple et la plus expéditive : elle substitue au tronc de cône un cylindre dont la hauteur serait égale à la longueur du corps d'arbre, et dont la base serait la section faite à égale distance des deux sections extrêmes. Il est facile de voir que le volume de ce cylindre sera toujours plus petit que le cube réel ; mais la différence étant en moins, et généralement très-faible, il n'y aura presque jamais d'inconvénient à la négliger. Il est facile de se convaincre aussi, que cette différence sera d'autant plus petite, que les sections extrêmes approcheront plus d'être égales ; et qu'il ne serait important d'y avoir égard que dans le cas où celles-ci différeraient beaucoup entre elles, c'est-à-dire dans le cas où le corps d'arbre s'amincirait brusquement.

La troisième règle est d'un usage moins commode que la deuxième ; du reste, elle donne également le volume du cylindre que, d'après la deuxième règle, on substitue au tronc de cône. En effet, nommons r le rayon de la circonférence moyenne, et h la hauteur de l'arbre, son volume, d'après la seconde règle, sera $\pi r^2 h$, et d'après la troisième $(\frac{1}{5} 2 \pi r)^2 2 h$ ou $\frac{8 \pi^2 r^2 h}{25}$, expressions qui deviennent à très-peu près identiques en mettant pour π sa valeur 0.314. (*Note du trad.*)

Au moyen de la table suivante (1), il sera facile de savoir ce que pèse une pièce de bois dont on connaîtra le volume. Cette table donne le poids du mètre cube de chaque espèce de bois supposé sec.

	kilogrammes.		kilogrammes.
Acacia	840	Genévrier	556
* Acajou	1063	* Grenadier	1354
* Bois rouge du Brésil.	1031	Hêtre	852
Bois de Sainte-Lucie.	550	If d'Espagne.	807
Buis français.	912	If de Hollande	788
* Buis hollandais	1328	Jasmin d'Espagne	770
* Cacaotier	1040	Laurier	822
Campêche	913	Lentisque	849
Cèdre américain.	561	Liége	240
* —— de l'Inde	1315	Mûrier d'Espagne.	897
—— de la Palestine.	613	Néflier.	944
—— sauvage	596	Noyer	671
Cerisier	715	Olivier	927
Charme	764	Oranger	705
* Châtaignier	1100	Orme (le tronc)	671
* Chêne (cœur de 60 ans)	1170	Osier	542
Chêne ordinaire.	950	Peuplier.	383
—— très-sec	860	—— blanc, d'Esp.	529
Citronnier.	726	Pin	498
Coignassier	705	Poirier.	661
Coudrier, noisetier.	600	Pommier	793
Cyprès d'Espagne	644	Prunier	785
* Ebénier d'Amérique.	1331	Sapin	550
* —— de l'Inde	1209	Sassafras	482
Erable.	750	Sureau	695
Frêne (le tronc)	845	Tilleul.	604
* Gayac	1333	* Vigne	1327

NOTA. Les bois marqués de ce signe * ne flotteront pas.

(1) Elle est extraite de l'excellent traité de mécanique de Grégory.

Dans l'automne ou l'hiver, on peut calculer d'après la table ci-dessus, la quantité de bois qui doit entrer dans la formation des radeaux ; mais dans le printemps ou l'été, c'est-à-dire lorsque les arbres sont remplis de sève, il est nécessaire d'avoir égard à cette circonstance, et il faut supposer leur pesanteur spécifique un peu plus forte que ne l'indique la table.

Lorsqu'un pont de radeaux doit séjourner longtemps dans l'eau, il est bon de goudronner les extrémités des arbres; malgré cette précaution néanmoins, l'eau pénètre toujours dans l'intérieur des bois, et il en résulte une augmentation de pesanteur qu'il ne faut pas négliger dans le calcul des arbres qui composent les radeaux (1).

---

(1) Cette angmentation de poids n'est pas aussi considérable qu'on paraît le croire généralement. Des expériences faites avec soin, et citées dans l'*Aide-Mémoire*, page 1236, prouvent que le sapin des Alpes, au bout d'un an de flottage, ne eale que d'un pouee, tandis qu'on pensait qu'au bout de très-peu de temps il acquérait la pesanteur de l'eau même. Au reste, les ponts de radeaux établis snr la Kintzig et sur le Rhin, en l'an V et l'an VI, ont fait voir qu'il y avait une très-grande différenee, à eet égard, entre des bois neufs et sains, et des bois vieux. Ces derniers, quoique beaucoup plus légers que les autres, s'imbibent ineomparablement davantage, et finissent promptement par s'enfoncer plus que des bois neufs. Cette remarque eoncerne aussi les madriers qui forment le tablier des ponts : lorsque les bois dout ils proviennent ont été long-temps exposés aux vieissitudes de l'atmosphère, ils sont très-susceptibles de se laisser pénétrer par l'eau,

Dans les colonies, on peut quelquefois rencontrer plus de facilité à se procurer des bois étrangers, que des bois indiqués dans la table ci-dessus; il est essentiel par conséquent d'avoir un moyen d'estimer leur pesanteur spécifique, afin de pouvoir choisir ceux qui conviennent le plus. Pour cela prenez un morceau de bois bien sain, et pesez-le dans l'eau et hors de l'eau; la différence sera le poids perdu dans le liquide: puis établissant cette proportion, le poids perdu dans l'eau, est au poids total, comme la pesanteur spécifique de l'eau est à un quatrième terme, ce quatrième terme donnera la pesanteur spécifique du bois soumis à l'expérience (1).

---

et l'on a observé que les ponts dont nous venons de parler s'enfonçaient très-sensiblement pendant qu'il pleuvait. (*Note du trad.*)

(1) Pour n'avoir pas fait cette expérience, dont les détails paraîtront peut-être minutieux, mais qui doit cependant précéder la construction de tout radeau formé de bois dont on ne connaît pas bien exactement la pesanteur spécifique, il est arrivé dans une des dernières campagnes en ***, qu'un très-grand radeau construit à terre avec beaucoup de soins et de peines, a disparu entièrement sous l'eau lorsqu'on a voulu s'en servir.

La manière indiquée par l'auteur anglais pour connaître la pesanteur spécifique d'un morceau de bois, est celle que l'on emploie pour les substances plus lourdes que l'eau; mais pour des bois plus légers que ce liquide, l'expérience présenterait plusieurs difficultés. Relativement à l'objet que nous traitons ici, il sera généralement plus simple, après avoir pesé le morceau de bois dans l'air, de le plonger entièrement dans un vase

Le poids du mètre cube d'eau douce est de 1,000 kilogrammes, et celui du sapin de 550 kil. Ce bois pourra donc porter 450 kilogrammes dans l'eau douce. Dans l'eau de mer, dont le mètre cube pèse 1026 kilog., le mètre cube de sapin supporterait 476 kilogrammes.

En général, si le volume d'un arbre exprimé en mètres cubes ou fraction de mètre cube, est multiplié par la différence entre les pesanteurs spécifiques de l'eau et du bois, le produit sera le poids que l'arbre pourra supporter. Prenons, par exemple, un sapin de 1.$^{m.3}$70 de volume, nous aurons 1.70×450 kil. $=$ 765 kilog., poids qu'il supportera dans l'eau douce, et

1.70×476 kil. $= 809.2$ kilog., poids qu'il supportera dans l'eau de mer.

La table suivante indique le volume des bois en grume, qui, d'après leurs dimensions, sont le plus susceptibles d'être employés dans la construction des radeaux. Au moyen de cette table et de celle qui précède, on trouvera facilement le nombre de corps d'arbres nécessaire pour faire flotter un poids donné.

---

bien plein d'eau, et de peser le volume de liquide que l'immersion totale du bois aura fait sortir du vase. La différence entre les deux poids obtenus indiquera la plus grande charge sous laquelle flotterait le morceau de bois ; et cette différence, multipliée par le poids d'un mètre cube d'eau, et divisée par le poids du volume d'eau déplacé, fera connaître la plus grande charge sous laquelle flotterait un mètre cube du bois soumis à l'expérience. (*Note du trad.*)

Longueur en mètres.	Circonférence moyenne.	Volume en mètres cubes.	Longueur en mètres.	Circonférence moyenne.	Volume en mètres cubes.
8		0.23	8		1.16
10	. . . 0.60 . . .	0.28	10	. . . 1.35 . . .	1.45
12		0.34	12		1.74
8		0.27	8		1.25
10	. . . 0.65 . . .	0.33	10	. . . 1.40 . . .	1.56
12		0.40	12		1.87
8		0.31	8		1.34
10	. . . 0.70 . . .	0.39	10	. . . 1.45 . . .	1.67
12		0.47	12		2.01
8		0.35	8		1.42
10	. . . 0.75 . . .	0.44	10	. . . 1.50 . . .	1.77
12		0.53	12		2.13
8		0.41	8		1.52
10	. . . 0.80 . . .	0.51	10	. . . 1.55 . . .	1.90
12		0.61	12		2.28
8		0.46	8		1.62
10	. . . 0 85 . . .	0.57	10	. . . 1.60 . . .	2.02
12		0.69	12		2.42
8		0.51	8		1.72
10	. . . 0.90 . . .	0.64	10	. . . 1.65 . . .	2.15
12		0.77	12		2.58
8		0.56	8		1.83
10	. . . 0.95 . . .	0.71	10	. . . 1.70 . . .	1.28
12		0.86	12		2.73
8		0.64	8		1.95
10	. . . 1.00 . . .	0.79	10	. . . 1.75 . . .	2.43
12		0.95	12		2.92
8		0.69	8		2.06
10	. . . 1.05 . . .	0.86	10	. . . 1.80 . . .	2.57
12		1.04	12		3.09
8		0.76	8		2.18
10	. . . 1.10 . . .	0.95	10	. . . 1.85 . . .	2.72
12		1.15	12		3.27
8		0.83	8		2.29
10	. . . 1.15 . . .	1.04	10	. . . 1.90 . . .	2.87
12		1.25	12		3.45
8		0.91	8		2.42
10	. . . 1.20 . . .	1.14	10	. . . 1.95 . . .	3.02
12		1.37	12		3.63
8		0.99	8		2.53
10	. . . 1.25 . . .	1.24	10	. . . 2.00 . . .	3.16
12		1.49	12		3.79
8		1.07			
10	. . . 1.30 . . .	1.34			
12		1.61			

N. B. Cette table a été calculée d'après la seconde des règles que nous avons indiquées plus haut pour trouver le volume d'un corps d'arbre : on pourra facilement, au moyen de cette règle ou des deux autres, suppléer à ce qui ne serait pas immédiatement donné ici.

La table ci-dessus renferme trois longueurs différentes pour toutes les circonférences moyennes, depuis 0.m60 (2 pieds) jusqu'à 2.m00 (6 pieds); ces limites sont suffisantes : les arbres qui n'ont pas deux pieds ou deux pieds et demi de tour, sont trop faibles pour être d'un usage commode, et obligent d'ailleurs à rassembler un trop grand nombre de pièces de bois pour la formation des radeaux; les arbres qui ont plus de six pieds ou six pieds et demi de tour, sont, au contraire, trop difficiles à transporter du lieu où on les abat.

Les ruines des maisons ou des granges, les ateliers de charpente, etc., fournissent quelquefois des bois équarris propres à la construction des radeaux (1); il est nécessaire par conséquent de savoir mesurer leur volume.

Règle. Faites le produit de la largeur moyenne par l'épaisseur moyenne, et multipliez ce produit par la longueur de la pièce de bois.

---

(1) On rencontre souvent sur les grandes rivières des flottes de bois équarris avec lesquels on peut former des radeaux très-réguliers et d'une construction facile; mais ces avantages des pièces équarries pour les radeaux, ne justifient pas les officiers qui, ayant des bois en grume, les faisaient équarrir, au moins sur deux faces, sous je ne sais quel prétexte de stabilité. C'est en raison de son volume seulement qu'un radeau peut supporter des fardeaux plus ou moins lourds : en équarrissant les arbres, on perd son travail et le bois enlevé. *Guide du Pontonnier*, pag. 170. (*Note du trad.*)

On demande, par exemple, le volume d'une poutre dont la longueur est 6.^{m}257, les largeurs aux extrémités étant o.^{m}456 et o.^{m}384, et les épaisseurs aux extrémités o.^{m}400 et o.^{m}304.

La largeur moyenne est o.^{m}420, et l'épaisseur moyenne o.^{m}352.

Nous avons donc, d'après la règle que nous venons d'indiquer :

o.^{m}420 × o.^{m}352 × 6.^{m}257 = o.$^{m.3}$925 = le volume de la pièce de charpente.

Lorsque les arbres ne peuvent pas être amenés par eau jusqu'à l'emplacement où se construisent les radeaux, il faut chercher à se procurer des chariots du pays pour le transport des bois ; mais dans le cas où l'on ne pourrait en réunir un nombre suffisant, on y suppléera avec les caissons d'artillerie du nouveau modèle (1). Le train de derrière de ces caissons pourra très-bien faire l'office de triqueballe, en ôtant les coffrets et fixant un bloc de bois sur le corps de l'essieu. Pour élever l'arbre on se servira de la flèche du caisson, de la même manière que l'on se sert d'un levier ou de la flèche du triqueballe ; mais comme l'entre-toise ou traverse qui se trouve à la partie postérieure des brancards ne permettra

---

(1) *Voyez*, pour la description de ces caissons, *Voyages dans la Grande-Bretagne*, par Ch. Dupin, 1re part., tom. 2. (*Note du trad.*)



probablement pas que d'un seul abatage, c'est-à-dire d'un seul coup de levier, l'arbre soit élevé à une hauteur suffisante, il faudra répéter la manœuvre plusieurs fois, et soutenir l'arbre à chaque reprise pour l'empêcher de retomber.

Les roues du caisson ayant 5 pieds anglais (1.^{m}52) de diamètre, un arbre de 50 à 55 centimètres d'épaisseur peut très-bien être soulevé de la manière que nous venons d'indiquer, et il restera encore suffisamment d'intervalle entre le dessous de l'arbre et les points d'appui des roues, pour que celles-ci puissent s'enfoncer un peu dans le sol de la route sans que les pièces de bois viennent à toucher la terre.

La circonférence dont le diamètre égale 0.^{m}55, est 1.^{m}73, et si la longueur de l'arbre est de 8 mètres, son cube sera de 1.$^{m.3}$90. En admettant que cet arbre soit un sapin, il pèsera environ 1050 kilogrammes, et les quatre chevaux du caisson suffiront pour le traîner dans presque tous les chemins.

Cependant, lorsqu'il y a des ornières profondes ou que le terrain manque de solidité, une pièce de bois d'un volume aussi considérable ne peut plus être transportée avec un arrière-train de caisson seulement. En pareil cas, il faut composer une espèce de chariot au moyen du caisson et de son avant-train, en ôtant les coffrets de celui-ci, et fixant un bloc de bois sur son essieu, comme on a fait dans le cas précédent pour le

caisson. Cette opération faite, on commence par soulever le plus petit bout de l'arbre au moyen d'une chèvre, et l'on amène l'avant-train sous cette extrémité, à laquelle on l'attache ; l'autre bout de l'arbre est ensuite soulevé de la même manière, et posé sur l'arrière-train, dont on fixe la flèche au corps d'arbre et au crochet de l'avant-train. Nous indiquons ici de placer le petit bout de l'arbre en avant, afin que, quand la voiture vient à changer de direction, cet arbre puisse plus facilement se mouvoir sur le bloc de bois qui est fixé au corps de l'essieu : de cette manière, en effet, le transport s'exécute plus aisément, le frottement et le poids étant moins considérables qu'ils ne seraient si le gros bout de l'arbre reposait sur l'avant-train.

Les ponts de radeaux n'étant, en général, que des communications temporaires auxquelles on a recours dans des occasions pressantes et imprévues, leur construction doit être telle qu'ils remplissent l'objet que l'on se propose de la manière la plus simple possible, en présentant d'ailleurs toute la solidité que réclame la prudence. C'est ce dont nous allons maintenant nous occuper.

Un sapin de 1.^{m}30 de circonférence moyenne et de 10 mètres de longueur a pour volume 1.$^{m.3}$34; la plus grande charge sous laquelle il puisse flotter sera par conséquent de 600 kilogrammes à peu près, et six arbres pareils (*fig.* 1

et 2, *pl.* 5) (1) pourront supporter 3,600 kilogrammes. Si nous en retranchons le poids de

(1) D'après la planche 5[e], les arbres des radeaux seraient placés l'un contre l'autre et sans intervalle. C'est ainsi que les radeaux se construisaient autrefois; actuellement on trouve plus avantageux pour l'écoulement des eaux de laisser entre les arbres 6 à 8 pouces de distance. Autrefois aussi, les radeaux dans les ponts, étaient contigus, et l'on ne faisait ces ponts que sur des rivières tranquilles; mais aujourd'hui, en espaçant les radeaux, on peut s'en servir pour jeter des ponts sur des rivières assez rapides.

Pour diminuer l'effort que le courant exerce contre la tête des radeaux, on peut disposer les arbres de manière à ce que ces radeaux présentent un angle saillant du côté d'amont: on peut encore tailler le bout des corps d'arbres en sifflet par dessous. Autrefois on taillait l'extrémité des arbres en cône, ce qui était plus long; cette forme, d'ailleurs, donnait à tout ce que charriaient les rivières la facilité de monter sur la tête des radeaux. (Voyez *Aide-Mémoire*, p. 1234.)

Sur une rivière dont les eaux ont un cours bien tranquille, on peut, sans inconvénient, ne pas laisser d'intervalle entre les arbres, supprimer l'angle saillant du radeau et diminuer l'écartement des radeaux du pont: M. le capitaine Drieu, qui nous fournit cette observation, cite pour exemple le pont de radeaux établi sur le Borysthène, un peu au-dessous de Kiow. Ce pont a environ 380 toises (740 mètres); le fleuve est barré dans toute sa largeur par des poutres contiguës de 31 pieds (10 mètres) de longueur, et de 14 pouces (0.^{m}38) d'équarrissage; des traverses élèvent le tablier à 1 pied environ au-dessus des poutres; elles supportent un rang de madriers. Le pont est composé de portières ou radeaux partiels, afin d'être plus aisément replié avant la saison des glaces: il est amarré avec des harts à 100 pilots plantés contre la tête des radeaux.

cinq poutrelles en chêne, ayant chacune 4 pouces anglais (o.^{m}10) de largeur, 6 pouces (o.^{m}15) d'épaisseur, et 26 pieds (8.^{m}00) de longueur; plus le poids des madriers de 2 pouces (o.^{m}05) d'épaisseur, nécessaires pour recouvrir un espace de 10 pieds (3.^{m}05) de large et 12 pieds (3.^{m}70) de long, il restera 3,600 kil. — 885 kil., c'est-à-dire 2,715 kilogrammes pour la charge qu'un radeau fait avec les six arbres sera capable de soutenir au-dessus de l'eau. Supposons un pont qui serait composé de pareils radeaux placés à 3.^{m}70 de milieu en milieu, et admettons que tout le tablier soit chargé d'infanterie défilant sur trois hommes de front; le soldat occupant dans la marche une longueur de 3 pieds à peu près (1 mètre), chaque radeau sera chargé du poids de douze hommes, qui, à 80 kilogrammes par homme, font seulement 960 kilogrammes. Il resterait donc encore une différence de 1,755 kilogrammes entre le poids dont chaque radeau serait chargé et celui qu'il pourrait réellement supporter.

Si les bois étaient passablement secs et récemment mis à l'eau, on pourrait faire défiler l'infanterie sur quatre hommes de front; chaque radeau supporterait alors le poids de seize hommes ou 1,280 kilogrammes, qui, retranchés des 2,715 que

---

La voie du pont est de 20 pieds. *Guide du Pontonnier*, pag. 172. (*Note du trad.*)

le radeau peut soutenir, laisseraient encore une différence de 1,435 kilogrammes. Mais en général le calcul de la force des radeaux doit donner une différence un peu plus considérable qu'elle ne serait ici (1), tant pour parer à l'augmentation de pesanteur qu'acquièrent bientôt les bois (2), que pour compenser les erreurs qu'on a pu commettre dans l'estimation de leur pesanteur spécifique (3).

Le diamètre moyen d'un arbre qui a pour circonférence moyenne 1.^{m}30, étant 0.^{m}41, un radeau composé de six arbres de cette grosseur aura 2.^{m}46 de largeur, et l'intervalle entre les radeaux supposés à 3.^{m}70 de milieu en milieu, sera

(1) Si les poutrelles et les madriers, au lieu d'être en chêne comme on le suppose ici, étaient en bois de sapin, ainsi que cela a lieu généralement, leur poids ne serait que de 450 à 500 kilogrammes, et il resterait encore plus de 3,000 kilogrammes pour la charge qui ferait entièrement enfoncer chacun des radeaux du pont. On pourrait alors, sans aucune crainte, charger ces radeaux d'un poids de 12 à 1300 kilogrammes. (*Note du trad.*)

(2) A mesure que l'eau pénètre dans leur intérieur. Un arbre bien sec dont les extrémités ne sont pas goudronnées avec soin, augmente d'un sixième de son poids au bout de deux à trois jours d'immersion.

(3) Lorsque, par exemple, les arbres sont en pleine sève au moment où on les abat, et qu'on leur suppose la pesanteur spécifique d'arbres abattus pendant l'hiver.

de 1.^{m}24, ce qui présente un débouché suffisant au courant de la rivière.

Les radeaux doivent être construits chacun à part, dans l'eau et le long du bord (1). Il faut avoir soin d'opposer successivement le petit bout d'un arbre au gros bout de l'arbre suivant, afin de donner au radeau une largeur à peu près uniforme. Les arbres sont maintenus par des traverses en bois clouées par-dessus ; on peut aussi se contenter de relier ces arbres les uns aux autres avec des cordes (2).

---

(1) On peut construire les radeaux sur terre ou sur eau; sur terre on met le chantier au bord du fleuve, on l'incline vers lui, etc. Il est préférable de construire un radeau dans l'eau, parce que les arbres sont plus faciles à mouvoir, et parce que l'opération de le jeter à l'eau le disloque du plus au moins. *Aide-Mémoire*, pag. 1336. (*Note du trad.*)

(2) Pour construire uu radeau, choisissez un endroit où le courant soit peu rapide contre la rive, amenez un bout des arbres à terre, et conpez-le en sifflet (on peut couper en sifflet le bout d'un arbre flottant, mais le travail est plus long et plus pénible); rassemblez les arbres du radeau, et mettez quelques madriers en travers sur ces arbres, pour faciliter le travail; marquez sur l'arbre du milieu la position des traverses et fixez-les à cet arbre; faites descendre les arbres extrêmes d'une quantité égale à la flèche du saillant que vous voulez donner à la tête du radeau (cette flèche est ordinairement du tiers ou du quart de la largeur du radeau, suivant la rapidité de la rivière); fixez-les aux traverses; donnez aux arbres intermédiaires l'écartement qu'il doit y avoir entre eux ; placez successivement leur tête sur l'alignement marqué

Les radeaux sont ensuite conduits à leurs em-

---

par l'arbre du milieu et par ceux des extrémités, et fixez-les aux traverses.

Si le nombre des arbres est pair, fixez d'abord les deux arbres du centre aux traverses.

Si le courant l'exige, commencez par embrasser chaque arbre d'un tour de cordage, et amarrez à terre. Sur une eau peu rapide, il suffit ordinairement de retenir l'arbre du milieu par une amarre, les autres sont assez assujettis par les madriers et les traverses qu'ils supportent. (*Guide du Pontonnier*, pag. 158.)

Les traverses ont 5 à 6 pouces de hauteur sur 7 à 8 de largeur: elles peuvent être fixées aux arbres avec des harts, des clous ou enfin des chevilles de bois; mais les trous qu'il faut percer pour recevoir ces dernières affaiblissent les traverses, qui se fendent quelquefois lorsqu'on chasse les chevilles avec force. L'auteur allemand Hoyer (*Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 111) recommande d'employer les harts; il indique aussi de prendre, au lieu de traverses équarries, des perches ou rondins de 19 à 20 pouces de circonférence : « On place deux rondins sur le radeau, à » 13 ou 14 pieds de chaque extrémité, et l'on fait en sorte » qu'ils posent sur tous les arbres; puis en dedans et en de- » hors de ces rondins on perce dans chaque arbre, avec une » forte tarrière, un trou de 2 pouces et demi de largeur et de » 4 pouces de profondeur; dans l'un de ces trous on intro- » duit l'extrémité d'une hart, que l'on arrête au moyen d'une » cheville de 5 à 6 pouces de longueur, chassée avec force; » on fait ensuite passer la hart par-dessus le rondin, et l'on en » ramène l'autre extrémité vers le second trou du même » arbre, dans lequel on l'introduit comme on vient d'indiquer » pour le premier. Le radeau obtient ainsi toute la solidité » dont il a besoin pour servir à l'établissement d'un pont. »

Cette méthode de construction, dont les Allemands ont

placemens respectifs : on emploie pour les main-

---

souvent fait usage, peut, en effet, être employée avec succès dans beaucoup de circonstances ; mais en général elle demande trop de temps, et, pour accélérer la construction des radeaux, il vaut mieux percer les traverses de trous dans lesquels on introduit de grands clous nommés *broches*, ou des chevilles en bois. Chaque traverse est percée d'autant de trous qu'il y a d'arbres, et l'on a soin, pour ne pas trop l'affaiblir, de disposer ces trous alternativement en dedans et en dehors de la ligne milieu de la traverse.

Il peut arriver qu'on soit tellement pressé par le temps, que la construction dont nous parlons soit encore trop lente; il peut se faire aussi qu'on manque de tarrières, de broches, etc. : en pareil cas, on se contentera de placer sur les corps d'arbres, des rondins que l'on attachera avec des cordes. Cette manière de former les radeaux, la plus simple et la plus expéditive de toutes, a déjà été employée dans plusieurs occasions; elle offre toute la solidité qui est nécessaire. Il faut seulement avoir soin, en attachant les arbres aux rondins, d'employer à peu près autant de morceaux de cordes qu'il y a d'arbres, afin qu'un accident qui romprait une corde n'entraîne pas la désunion de tout le radeau. Lorsqu'ensuite on a plus de temps à sa disposition, ou lorsqu'on est parvenu à se procurer des outils, on peut remplacer les cordes par des broches ou par des chevilles, ainsi que nous avons indiqué.

Les traverses sont ordinairement à 10 pieds l'une de l'autre; il importe, pour la stabilité du pont, qu'elles soient disposées d'une ma[illegible]
longueur du radeau. Afin que celui-ci conserve une forme invariable, et qu'il ne soit point disloqué par le choc des corps que charrient les rivières, on peut placer entre les traverses un ou deux madriers faisant l'office de moises en écharpe, que

tenir dans leurs positions, des ancres ou des cinquenelles (1).

Les poutrelles reposent sur des supports (2)

---

l'on fixe aux arbres du radeau avec des clous ou des chevilles.

Dans la campagne de 1812, en Russie, l'armée française jeta plusieurs ponts de radeaux; presque tous les radeaux furent faits à terre sur des chantiers. Les arbres étaient ordinairement réunis par trois traverses fixées avec des chevilles qui ne pénétraient que sur une certaine longueur; la tête de ces chevilles était refendue, et l'on y introduisait de force un petit coin. Ordinairement aussi les arbres étaient taillés en sifflet du côté d'amont.

(1) Pour diriger commodément un radeau, il faut se servir de longs gouvernails que l'on place sur l'avant et sur l'arrière de ce radeau; si le courant est rapide, il faut quatre gouvernails.

On amarre à la première traverse le cordage qui fixe chaque radeau à son ancre ou à la cinquenelle. Pour que les radeaux conservent leur parallélisme et leur écartement, on attache quelquefois des cordes qui se croisent de l'un à l'autre, comme nous avons indiqué pour les ponts de pontons. Quelquefois aussi, et principalement lorsque les radeaux ont une grande longueur, on maintient leur écartement à la tête et à la queue par des traversières ou *anguilles*, qui sont des pièces de bois d'un faible équarrissage, et qui doivent être autant élevées au-dessus de l'eau que les poutrelles du tablier. (Voyez *Guide du Pontonnier*, pages 160 et 161.) (*Notes du*

(2) Les supports de poutrelles, que l'on appelle aussi *chevets*, sont ordinairement au nombre de trois par radeau, dont l'un au milieu, et les deux autres sur les arbres extrêmes. Ils ont 15 à 20 centimètres de hauteur, et sont fixés

qui sont placés dans le sens du fil de l'eau, et par conséquent perpendiculaires aux traverses dont nous venons de parler : ces poutrelles ayant 26 pieds anglais (8 mètres) de longueur, portent sur trois radeaux à la fois, de façon qu'un fardeau placé au-dessus d'un radeau quelconque est toujours soutenu en partie par les radeaux de droite et de gauche. Le premier cours de poutrelles va du bord de la rivière jusqu'au milieu du second radeau; le second cours s'étend du milieu du premier radeau au milieu du troisième, et ainsi de suite. On a soin de placer des cales de bois léger entre les traverses et les petits bouts des arbres, pour que tous ceux-ci se maintiennent au même niveau par dessous (1). Des madriers de deux pouces (0.^{m}05) d'épaisseur forment le tablier du pont, dont on achève la construction en plaçant, de chaque côté, des guindages de deux pouces d'épaisseur qui portent sur l'extré-

---

aux traverses avec de longues broches en fer, auxquelles on peut suppléer par des harts ou par des cordes. Lorsque les parties du radeau, à droite et à gauche de l'axe, n'ont pas le même volume, il faut avoir soin de placer le support du milieu non pas au centre de figure, mais au centre de gravité; on augmente ainsi la stabilité du radeau. L'extrémité des poutrelles doit dépasser de 30 centimètres à peu près le support du milieu. (Voy. *Guide du Pontonnier*, pag. 157.)

(1) Si quelques arbres avaient un diamètre beaucoup plus fort que tous les autres, on les entaillerait pour le logement des traverses. (*Notes du trad.*)



mité des madriers, et sont cloués sur les supports ou simplement attachés avec des cordes (1). La cavalerie peut défiler par deux, mais il faut laisser des intervalles de 3 pieds (1 mètre) entre les files : de cette manière, chaque radeau ne portera que 1,176 kilogrammes, poids de deux cavaliers (pag. 49) (2).

Le poids d'une pièce de 6 légère, y compris l'avant-train, les quatre chevaux et les deux conducteurs, est d'environ 3,600 kilogrammes (3); mais cette pièce occupant une longueur de 10 à 11 mètres sur le tablier du pont, son poids sera

---

(1) Il sera toujours plus commode d'attacher les guindages aux poutrelles extrêmes, comme on fait pour les ponts de pontons, de bateaux, etc., etc. Les Anglais se servent de madriers pour pièces de guindages, et ils les placent bout-à-bout sans les faire croiser. Dans l'armée française les guindages sont généralement formés de poutrelles de 5 à 6 pouces d'équarrissage, et chaque poutrelle croise d'environ 2 pieds sur la suivante.

(2) Relativement aux mesures de précaution à prendre pour le passage de la cavalerie sur les ponts de radeaux, voyez ci-après, pag. 240, le Précis du passage de l'Elbe par l'armée russe et prussienne, au mois de mars 1813.

(3) Retranchant de ces 3,600 kilogrammes, 1,800 kilog. pour le poids des quatre chevaux, et 170 kilog. pour celui des deux conducteurs, il reste 1,630 kilog. pour le poids de la pièce de 6 anglaise. La pièce de même calibre, française, pèse 1,276 kilog. (2,603 livres); savoir : canon, 387 kilog. (790 livres); affût, 513 kilog. (1,046 livres); avant-train, 376 kilog. (767 livres). (*Notes du trad.*)

toujours réparti sur trois radeaux au moins, qui, par suite de la disposition des poutrelles, rejetteront encore une portion de la charge sur les deux radeaux voisins. D'après ce que nous avons vu plus haut, trois radeaux pourraient très-bien résister à un pareil poids, qui ne fait que 1,200 kilogrammes pour chacun d'eux; mais, pour mieux se précautionner contre les accidens, il sera bon de laisser un intervalle de 4 à 5 mètres entre les pièces qui passeront sur le pont, afin que tous les radeaux sur lesquels elles agissent en même temps concourent à les soutenir au-dessus de l'eau.

Les pièces d'un fort calibre doivent être séparées de leurs avant-trains, et tirées à bras avec de longues cordes, pour que les hommes soient éloignés des canons. Le poids d'un canon de 9 et de son affût, est d'environ 1,275 kilog. (page 105); cette charge occupant, à proportion, moins de longueur de tablier que toutes les autres dont nous avons parlé, exercera le plus grand effort, et produira par conséquent la plus grande immersion.

Il est impossible de donner des règles absolument fixes sur la construction des radeaux; elles varient à l'infini, aussi bien que les circonstances dans lesquelles on a recours à ce moyen de passage. Il faut avoir égard à la grandeur de la rivière, aux dimensions des pièces de bois, et surtout à leur pesanteur spécifique. Tout ce que nous pouvons faire ici, c'est d'indiquer la marche

à suivre dans les cas qui se présentent le plus ordinairement, de façon que d'une part, on puisse ménager le temps et les matériaux, en ne donnant pas aux radeaux plus de force qu'il n'est nécessaire, et que de l'autre, on évite les accidens funestes auxquels on exposerait immanquablement les troupes ou les pièces d'artillerie, en donnant à ces radeaux trop peu de solidité.

Huit ormes (*fig.* 3, *pl.* 5) soutiendront sur l'eau le même poids, à peu près, que six sapins d'égales dimensions; et comme les espaces entre les radeaux placés à 3.^{m}70 de milieu en milieu (*fig.* 1 et 2) sont suffisans pour qu'on puisse, sans inconvénient, y introduire deux arbres de plus, les détails de construction resteront les mêmes que pour le cas précédent, et les radeaux composés de huit ormes pourront supporter les mêmes charges que les radeaux formés de six sapins; seulement le courant de la rivière sera plus obstrué avec les premiers, et l'on aura plus de difficulté à amarrer le pont.

Mais s'il devenait nécessaire de composer les radeaux d'un nombre d'arbres assez considérable pour qu'en disposant ceux-ci sur un seul rang, les intervalles entre les radeaux devinssent nuls ou presque nuls (la distance entre les milieux étant d'ailleurs donnée), il faudrait mettre les arbres sur deux rangs de hauteur (*fig.* 4, *pl.* 5); par ce moyen le pont présenterait moins de résistance au courant, et serait dès lors bien plus

facile à tendre et à maintenir. La vitesse de l'eau étant en effet plus grande à la surface que partout ailleurs (1), l'action du courant sera toujours plus faible sur un radeau très-épais, qu'elle ne serait sur un autre radeau de même volume dont on aurait disposé les arbres sur un seul rang.

Toutes les fois que les corps d'arbres n'auront pas un très-grand diamètre, il faudra les placer sur deux rangs de hauteur au moins, pour en former un radeau qui soit en état de flotter sous le poids de tous les hommes qui pourraient tenir sur sa surface (2).

Supposons, par exemple, qu'avec des arbres de 10.m50 de longueur, on veuille former un radeau carré de 10 mètres et demi de côté. En prenant une largeur de 50 centimètres pour l'établissement d'un garde-fou, il restera encore une surface de 100 mètres carrés, qui, à rai-

---

(1) Section I, pag. 15.

(2) Folard et Morla d'après lui, donnent le plan et la description d'un radeau composé de châssis en sapin et de caisses poissées remplies d'air, avec lequel ils proposent de faire passer à la fois tous les hommes qui pourraient y trouver place. Ces auteurs ne rapportent pas les calculs qu'ils ont faits à ce sujet, ni les principes qui les ont guidés dans leurs recherches; mais à en juger par les dimensions des différentes parties qui composent le radeau, il ne soutiendrait pas sur l'eau le tiers des hommes qu'on veut lui faire porter. Voyez les *Commentaires de Folard sur Polybe*, tom. IV, pag. 55 et 56.



son de deux hommes et demi seulement par mètre, pourra recevoir deux cent cinquante hommes. Le poids de ces deux cent cinquante hommes sera de vingt à vingt-un milliers de kilogrammes. Si les arbres ont 2 mètres de circonférence moyenne, ou, ce qui est la même chose, 63 centimètres d'épaisseur moyenne, il en faudra dix-sept pour former un radeau qui ait les dimensions que nous avons indiquées; le volume de chacun de ces arbres étant de 3.$^{m.3}$34, si nous admettons que le radeau soit formé de sapin, il ne pourra soutenir au-dessus de l'eau que 25 à 26 milliers de kilogrammes, c'est-à-dire à peu près seulement le poids des deux cent cinquante hommes ajouté à celui des poutrelles et madriers qui recouvrent le radeau. Il faudrait par conséquent que ce dernier fût formé de deux rangs d'arbres pour qu'on pût, sans crainte d'accident, le faire servir au passage de tous les hommes qui pourraient tenir sur le tablier.

Trente-quatre sapins de 10.^{m}50 de longueur et 1 mètre de circonférence moyenne, formeront, étant placés sur un seul rang, un radeau de 10.^{m}50 en carré; mais ce radeau ne pourra porter au-dessus de l'eau que 12 à 13,000 kilogrammes, c'est-à-dire la moitié seulement du poids des deux cent cinquante hommes et des poutrelles et madriers. La prudence exigerait donc de mettre les arbres sur quatre rangs de hauteur, pour qu'on pût, sans danger, charger le radeau de tous les

hommes qu'il serait possible de placer sur son tablier.

La méthode usitée par les Canadiens pour construire les grands radeaux qui descendent le fleuve Saint-Laurent, et surtout la manière dont ils lient les pièces de bois, peuvent être de quelque utilité dans l'application des radeaux aux ponts militaires.

Les bois sont disposés sur deux rangs ou plus, et se recroisent à angles droits; aux différens points de rencontre on pratique, avec de longues tarrières, des trous qui traversent tous les rangs d'arbres, excepté le rang de dessous, dont les bois ne sont forés que sur une partie de leur épaisseur. On introduit ensuite dans chacun de ces trous une forte cheville ou un piquet fendu à l'une de ses extrémités (celle qui entre dans le trou), et qui saisit, au moyen de cette fente, l'extrémité d'un petit coin en bois; on chasse le piquet avec une masse, et le coin qui le termine venant à rencontrer le fond du trou, pénètre dans la fente, et produit ainsi une pression dont l'effet est de maintenir solidement le piquet, et par conséquent tous les arbres. On conserve la partie supérieure des chevilles qui sont le plus près des bords du radeau, pour en former une espèce de garde-fou.

Lorsqu'un pont de radeaux doit subsister pendant quelque temps sur une rivière navigable,

il faut y pratiquer une ouverture (1), tant pour ne pas interrompre tout-à-fait la navigation, que pour laisser passer les glaces ou les autres corps flottans qui pourraient, en s'amoncelant, occasioner la rupture du pont (2). La partie mobile et les extrémités des parties fixes doivent porter sur des bateaux; sinon, il faut ajouter aux bois qui composent la portière, des tonneaux, des caisses remplies d'air, ou enfin quelques autres corps flottans, pour rendre cette portière plus facile à manœuvrer, et pour compenser la diminution de force qui a lieu dans cette partie du pont par suite de l'interruption des poutrelles (3). Bien qu'on n'ait généralement recours aux ponts de radeaux que dans le cas où l'on manque de

(1) Le pont de radeaux établi sur l'Adige en 1796, était disposé de manière à pouvoir s'ouvrir: il resta plusieurs années comme moyen de communication militaire.

(2) (*Voyez* Ponts de Pontons, pag. 67.)

Si le pont de radeaux jeté par les Suédois près de Varsovie, en 1705, avait eu une portière, il n'aurait *peut-être* pas été emporté par les glaces (*Voyez* pag. 209.); elles auraient pu passer librement, et il n'eut fallu ensuite que peu de temps pour refermer l'ouverture.

(3) Lorsque le courant est très-faible on fait la portière sur deux radeaux; si la force du courant ne permet pas de manœuvrer facilement une portière de deux radeaux, on ferme la coupure par deux portières isolées soutenues chacune par un radeau. On peut enfin construire une portière plus mobile sur deux bateaux légers. (*Guide du Pontonnier*, page 161.) (*Note du trad.*)

bateaux, de *tonneaux*, etc., il faut cependant tâcher de s'en procurer ou en construire quelques-uns, pour remplir l'objet important dont nous venons de parler.

Sur les fleuves rapides, les intervalles entre les radeaux doivent être considérables, afin de ne pas opposer trop d'obstacle au courant; mais les dimensions des radeaux étant nécessairement proportionnées à la longueur de tablier que chacun d'eux doit supporter, il arrive qu'en voulant placer les radeaux à de grands intervalles, on éprouve souvent de la difficulté à se procurer des ancres ou d'autres moyens assez puissans pour les maintenir contre le courant, et que l'on ne trouve qu'avec peine des pièces de bois assez longues pour en faire des poutrelles. Toutes les fois par conséquent que la rapidité du courant ne sera pas telle qu'il faille impérativement laisser de grands intervalles, ce serait perdre inutilement beaucoup de temps et de moyens, que d'employer de larges radeaux très-espacés entre eux, au lieu de se servir de radeaux plus petits et plus rapprochés, avec lesquels on pourra cependant faire passer les mêmes fardeaux qu'avec les premiers (1).

---

(1) Ce que l'on dit ici de la largeur des radeaux, ne concerne nullement leur longueur, qui doit toujours, au contraire, être aussi grande que possible. Plus les radeaux sont longs, plus ils ont de stabilité : sur une rivière un peu ra-



Les détails qui suivent nous ont paru de nature à intéresser; ils font voir combien il est important de prendre de grandes précautions pour le passage des troupes (de la cavalerie surtout) sur les ponts de bateaux ou de pontons, et particulièrement sur les ponts de radeaux. (Le trad.)

Au mois de mars 1813, lorsque l'armée alliée russe et prussienne quitta la Silésie pour marcher sur l'Elbe, le général Scharnhorst, chef de l'état-major général, fit partir avec l'avant-garde, qui se dirigeait sur Dresde, un officier chargé de faire préparer la route de Lœwenberg à Bautzen, pour la colonne formant l'aile gauche de l'armée, et d'établir plusieurs ponts sur l'Elbe, près de Dresde, aussitôt que l'avant-garde serait entrée dans cette ville.

Le 27 mars, lorsque cet officier arriva avec son détachement, les Russes, qui occupaient la Neu-

pide, il ne faut pas leur donner moins de 12 mètres, autrement ils prendraient trop facilement un mouvement de tangage, et leurs pièces ne seraient plus assez intimement liées par les traverses, à moins qu'on n'augmentât considérablement l'équarrissage de celles-ci. Lorsque les arbres dont on veut former les radeaux n'ont pas 10 à 12 mètres de longueur, on les ente deux à deux par leurs gros bouts en les coupant en sifflet, et l'on consolide l'enture au moyen de deux chevilles en bois. Si l'on est pressé, on se contente de rapprocher les arbres par les gros bouts, et de les unir par un morceau de madrier qu'on cloue par-dessus. Voyez *Aide-Mémoire*, pag. 1235, et *Guide du Pontonnier*, pag. 160. (*Note du trad.*)

stadt depuis plusieurs jours, et qui prirent possession de Dresde dans le courant de cette même journée, avaient déjà fait toutes les dispositions nécessaires pour l'établissement d'un pont de radeaux immédiatement au-dessus de la ville, et la construction en était presque terminée.

Le 28, les Prussiens travaillèrent à renforcer ce pont : ils y mirent des poutrelles de guindage, et commencèrent dans le grand chantier de nouveaux radeaux pour un second pont. Celui-ci fut établi près du village de Priesnitz, un peu au-dessous de Dresde. Commencé le 29 à quatre heures du matin, il était déjà terminé le 30 au point du jour, quoique sa construction eût présenté beaucoup de difficultés, parce qu'on n'avait point assez d'ancres ni de cordages.

Dans le but de consolider ce pont, et de le rendre susceptible de porter de plus lourds fardeaux, on plaça, de six pieds en six pieds, des traverses par-dessus le premier rang de poutrelles qui reposaient immédiatement sur les pièces de bois des radeaux, et sur ces traverses, on mit un second rang de poutrelles précisément au-dessus des premières, mais de façon que les extrémités de celles-ci correspondaient au tiers de la longueur des autres. On relia bien solidement le tout au moyen de clameaux, puis on amarra chacun des radeaux à une ancre, et l'on se servit de deux fortes prolonges pour attacher les radeaux des culées au rivage. Les poutrelles supérieures

furent ensuite recouvertes de deux rangs de madriers que l'on maintint au moyen de guindages placés au-dessus des dernières poutrelles de droite et de gauche, et dont les extrémités répondaient au tiers, à peu près, de la longueur de celles-ci.

Les procédés suivis pour la construction de ce pont de radeaux, et pour celle du pont de bateaux jeté plus tard au-dessus de Dresde, furent en tout conformes à ceux que le général Hoyer indique dans son excellent *Traité de la Science du Pontonnier* (1). La justesse des leçons pratiques renfermées dans cet ouvrage fut complètement vérifiée dans cette occasion, et le passage de l'armée prussienne offrit, le lendemain, une preuve évidente de la solidité que procure à un pont de radeaux la bonne disposition des poutrelles et des guindages.

En même temps que l'infanterie traversait l'Elbe sur le pont de radeaux au-dessus de Dresde, la cavalerie et l'artillerie passaient sur le pont de Priesnitz. Pour prévenir tout accident, on avait préparé sur les deux ponts quatre ancres de réserve et deux câbles neufs; un fort détachement de pionniers et de bateliers avait été placé en dehors et le long des guindages, pour être à même de faire effort sur les ancres, ou de res-

(1) *Versuch eines Handbuches der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 103.

serrer les commandes aussitôt qu'il serait nécessaire. Enfin, on avait confié la garde de chaque pont à six hommes commandés par un sous-officier, qui avait l'ordre exprès de ne laisser passer la cavalerie que sur deux chevaux de front, avec des intervalles de cinq pas entre les rangs, et de faire marcher les pièces d'artillerie à cinquante pas de distance l'une de l'autre.

Il n'arriva aucun accident au pont de radeaux établi au-dessus de Dresde, quoique l'infanterie marchât en colonne serrée par sections; mais il n'en fut pas de même au pont de Priesnitz. Dès le commencement, les cavaliers refusèrent de mettre pied à terre, et de défiler à la distance indiquée : cependant le pont résista encore, et ne souffrit nullement, pas même lors du passage de l'artillerie. Les accidens ne se manifestèrent qu'à l'arrivée du corps de grosse cavalerie qui formait la réserve. Les officiers commandant ce corps trouvèrent beaucoup trop lente la manière dont on voulait les faire passer, et leur zèle mal entendu leur fit repousser toutes les représentations faites par le sous-officier commis à la garde du pont. Les cuirassiers reçurent ordre de défiler à cheval, sans laisser d'intervalle entre les rangs; et, lorsque le pont fut couvert sur toute sa longueur par cette colonne de cavalerie, la ligne de flottaison arrivait au niveau des poutrelles supérieures du tablier.

Néanmoins, malgré l'énormité de cette charge, le pont aurait encore résisté, et le passage se serait terminé sans accident, si la tête de la colonne, en approchant de la culée de la rive gauche, ne se fût mise à trotter, et n'eût entraîné tout le reste à sa suite. L'ébranlement du pont devint alors si violent, et les secousses si multipliées, qu'une des ancres principales céda, et qu'au même instant une des prolonges de culée se rompit. Cet accident suspendit tout-à-coup le passage; la cavalerie qui se trouvait sur le pont regagna précipitamment la rive droite, le tablier menaçant de s'ouvrir à cinquante pas environ de la rive gauche. Mais la force des bois et la solidité de leur liaison le garantirent d'une rupture complète; on eut le temps d'apporter du secours, et les radeaux résistèrent si bien, que tout le résultat de l'accident fut de faire faire au pont un angle rentrant de cinq degrés du côté d'amont. On jeta deux nouvelles ancres au milieu de la rivière, le câble de culée fut remplacé, et, en moins d'une demi-heure, tout était réparé. Depuis, la communication ne fut pas un seul instant interrompue, et le passage des troupes de toutes armes continua sans aucun autre accident, jusqu'au moment où la retraite de l'armée obligea de brûler le pont.

Relativement au pont de bateaux jeté au-dessus de Dresde, nous dirons seulement qu'il fut entièrement construit d'après les méthodes recommandées dans le *Traité de la Science du*

Pontonnier (1). La bonne disposition de toutes ses parties, principalement des poutrelles et des pièces de guindage, lui donna toute la solidité qu'un pont de cette nature puisse avoir, solidité indispensable en pareille circonstance, et que, par erreur, on cherche si souvent à obtenir en disposant les bateaux suivant une courbe convexe du côté d'amont. On comptait tellement sur la force de ce pont, qu'on l'avait destiné au passage simultané de deux colonnes de troupes, et que, pour remplir cette condition, on avait établi deux cours de poutrelles et de madriers, l'un sur l'avant et l'autre sur l'arrière des grands bateaux dont il était composé, ce qui formait ainsi deux tabliers distincts, sur chacun desquels une partie était destinée à l'allée et l'autre au retour. Une coupure ou portière mobile s'ouvroit à volonté pour le passage des bateaux ou des trains de bois. Du reste, l'ensemble de la construction se montra d'une solidité à toute épreuve, et le passage des troupes ne donna lieu à aucun accident, pas même lors de la retraite de l'armée alliée sur la rive droite; cependant le pont eut alors à supporter non-seulement deux colonnes d'infanterie ou de cavalerie, mais encore des bagages et même des pièces d'artillerie marchant sans intervalle, et défilant en même temps sur les

---

(1) *Versuch eines handbuches der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 16.

deux tabliers dont nous venons de parler. (*Milit. Wochenblatt*, n° 101, mai 1818.)

Radeaux de tonneaux (1).

Après ce que nous avons dit sur la construction des ponts de pontons, de bateaux et de radeaux

---

(1) Quoique les ponts sur tonneaux aient été l'objet de beaucoup de critiques, et qu'ils soient en effet le moins bon de tous les moyens auxquels on puisse avoir recours pour effectuer le passage d'une rivière, il peut arriver cependant que dans le voisinage d'une ville on ne rencontre ni bateaux, ni bois pour construire des radeaux, et dans ce cas il faut bien faire apporter les tonneaux qui se trouveront dans la ville, et s'en servir pour l'établissement d'un pont. (*Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter band, seite 118.)

En 1465, le comte de Charolois, depuis duc de Bourgogne, faisant la guerre contre Louis XI, passa la Seine près de Moret sur un pont de tonneaux. « Il (le comte) faisoit mener » sept ou huit petits bateaux sur charrois et plusieurs pipes, » par pièces, en intention de faire un pont sur la rivière de » Seine. . . . . Dès qu'ils vinrent à la rivière (les seigneurs » qui accompagnoient le comte) ils y firent mettre de ces ba- » teaux qu'ils avoient apportés, et gagnèrent une petite isle » qui était comme au milieu, et descendirent des archers qui » s'escarmouchèrent avec quelques gens de cheval qui défen- » doient le passage d'autre part. Le lieu étoit mal avantageux » pour eux, parce qu'il étoit fort haut du côté des Bourgui- » gnons et y avait largement artillerie. Fin de compte, il » fallut que les dessusdits abandonnassent le passage et se re- » tirèrent à Paris. Le soir, fut fait un pont jusques en cette » isle. A l'aube du jour furent mis grand nombre de ton-

en corps d'arbres, il nous suffira d'examiner les tonneaux sous le rapport des poids qu'ils peuvent soutenir au-dessus de l'eau, et de parler de leur disposition en radeaux; les autres détails de construction sont presque entièrement les mêmes que pour les cas précédens.

» neliers en besongne, à faire pipes de mesrain qui avait été » apporté, et avant qu'il fût midy le pont fut dressé jusques à » l'autre part de la rivière; et incontinent passa ledit seigneur » de Charolois de l'autre côté, et fit passer tout son ost et » toute son artillerie par dessus ledit pont. » (*Mémoires de Philippe de Commines*, liv. Ier, chap. 6.)

Ticlke (*Ingénieur de Campagne*, page 27), rapporte qu'un capitaine de pontonniers saxons, nommé Pappetti, fit établir, au camp de Zeithayn près de Riesa, sur l'Elbe, un pont de tonneaux qui supporta des charges considérables. (*Note du trad.*)

Végèce fait mention des ponts de tonneaux dans son traité *de Re militari*, *lib. III*, *cap.* 7.

Lorsque Maximinus, après s'être fait déclarer empereur, marcha sur Rome, il arriva près d'Aquilée, sur le bord d'une rivière dont le pont, qui était en pierre, venait d'être emporté par la fonte des neiges; mais ayant trouvé dans les champs une grande quantité de tonnes vides, on les réunit avec des liens de bois; puis ayant jeté par-dessus beaucoup de branches et de sable, on en forma un pont sur lequel passa toute l'armée. (*Herodianus*, *lib. VIII.*)

L'auteur de l'*Aide-Mémoire* remarque, page 1208, que les ponts faits avec des tonneaux *ne peuvent servir tout au plus que pour l'infanterie*; cette assertion n'est point exacte; car tout corps qui peut flotter sur l'eau, fournit, par là même, le moyen d'établir un pont capable de supporter des poids quelconques.



La règle dont on fait ordinairement usage pour calculer le volume des tonneaux, suppose que chacun d'eux est formé de deux cônes tronqués opposés par une de leurs bases; c'est-à-dire qu'on multiplie l'axe du tonneau par la surface d'un cercle moyen évalué au tiers des deux bases des cônes tronqués et de leur moyenne géométrique.

Si nous voulions, par exemple, connaître le volume d'un tonneau dont le diamètre au milieu ou au bouge serait 0.m85, le diamètre aux deux extrémités 0.m70, et la longueur 1.m30, le tout mesuré extérieurement, nous aurions (0.7854 étant la surface du cercle dont le diamètre est 1):

$\overline{0.^{m}70}^{2} \times 0.7854 =$ la surface de l'une des extrémités du tonneau,

$\overline{0.^{m}85}^{2} \times 0.7854 =$ la surface du cercle milieu,

$0.^{m}70 \times 0.^{m}85 \times 0.7854 =$ la surface moyenne géométrique entre les deux précédentes,

Et par conséquent, d'après ce que nous venons de dire :

$$\frac{(\overline{0.^{m}70}^{2} + \overline{0.^{m}85}^{2} + 0.^{m}70 \times 0.^{m}85)\ 0.7854}{3} \times 1.^{m}30 =$$

$0.^{m.3}6149 =$ le volume du tonneau.

Multipliant 0.6149 par 1,000 kilogrammes, nous aurions 614.kil.9 pour le poids du volume d'eau que déplacerait le tonneau en s'immergeant entièrement.

Mais les douves des tonneaux affectant toujours une courbure plus ou moins prononcée, la règle

ci-dessus donne quelque chose de plus petit que le volume réel (1); elle exige d'ailleurs des opérations de calcul assez longues. Pour les éviter, et dans le but de faire gagner du temps, nous donnons dans la table suivante les dimensions des tonneaux dont on se sert le plus ordinairement, et le poids que chacun d'eux peut soutenir au-dessus de l'eau.

Nos.	DIAMÈTRE du bouge.	des extrémités.	LONGUEUR.	POIDS du tonneau.	POIDS de l'eau déplacée.	CHARGE sous laquelle le tonneau s'immerge entièrement.
	mèt.	mèt.	mèt.	kilog.	kilog.	kilog.
1	0.38	0.36	0.42	11.62	45.60	33.98
2	0.41	0.36	0.41	13.41	48.72	35.31
3	0.42	0.38	0.46	14.30	59.00	44.70
4	0.51	0.46	0.56	22.00	80.50	58.50
5	0.59	0.50	0.62	25.93	145.72	119.79
6	0.61	0.56	0.70	37.00	184.00	147.00
7	0.71	0.59	0.85	45.14	286.97	241.83
8	0.74	0.63	0.79	45.60	293.68	248.08
9	0.71	0.61	0.89	51.00	305.00	254.00
10	0.77	0.64	0.90	56.32	339.00	272.68
11	0.79	0.70	0.98	61.60	414.00	352.40
12	0.86	0.79	0.89	54.53	473.82	419.29
13	0.79	0.63	1.29	69.29	519.40	450.11
14	0.86	0.62	1.35	71.00	597.00	526.00
15	0.89	0.71	1.19	71.00	605.24	534.24

(1) Cette règle donne une approximation plus que suffisante relativement à l'objet qui nous occupe ici, et l'on peut s'en contenter dans presque tous les cas. (*Note du trad.*)

La table ci-dessus ne renferme que les dimensions, poids, etc., des tonneaux qui sont le plus en usage dans ce pays (l'Angleterre); mais, avec le secours des règles que nous allons indiquer, il sera facile de suppléer à ce qu'elle ne donnerait pas immédiatement.

Le moyen le plus expéditif pour trouver le volume d'un tonneau consiste à ramener celui-ci à un cylindre équivalent: pour cela on prendra dans la table suivante le nombre correspondant à la différence du diamètre du bouge au diamètre des extrémités (1); puis ajoutant ce nombre à celui qui représente le diamètre des extrémités, on aura le diamètre moyen, c'est-à-dire le diamètre d'un cylindre de même hauteur et de même volume que le tonneau. Le Dr Mackay, dont l'ouvrage nous fournit cette table, en donne trois autres qui correspondent aux différens degrés de courbure des douves; mais, pour l'objet qui nous occupe, une seule de ces tables est suffisante.

(1) Pour se servir de cette table, on commencera par former avec un nombre de la 1re colonne à gauche et un nombre de la 1re rangée horizontale, une somme égale à la différence entre les diamètres du tonneau, différence que nous supposons évaluée à un quart de millimètre près; puis on cherchera le nombre qui correspond à la fois aux deux nombres dont nous venons de parler, et l'on aura ce qu'il faut ajouter au diamètre des extrémités pour avoir le diamètre moyen. Soit, par exemple, une différence de o.^{m}1675; elle égale o.^{m}150 + o.^{m}0175, et le nombre qui correspond à ces deux derniers est le 7e de la 9e colonne, c'est-à-dire o.^{m}0922.



Différence entre les diamètres.	mèt. 0.0000	mèt. 0.0025	mèt. 0.0050	mèt. 0.0075	mèt. 0.0100	mèt. 0.0125	mèt. 0.0150	mèt. 0.0175	mèt. 0.0200	mèt. 0.0225
mètres.										
0.025	0.0137	0.0150	0.0165	0.0177	0.0192	0.0205	0.0220	0.0232	0.0247	0.0260
0.050	0.0275	0.0287	0.0302	0.0315	0.0330	0.0342	0.0357	0.0370	0.0385	0.0397
0.075	0 0402	0.0420	0.0440	0.0452	0.0467	0.0480	0.0495	0.0507	0.0522	0.0435
0.100	0.0550	0.0562	0.0577	0.0590	0.0605	0.0620	0.0632	0.0647	0.0660	0.0675
0.125	0.0690	0.0702	0.0717	0.0730	0.0745	0.0760	0 0722	0.0787	0.0800	0.0815
0.150	0.0830	0.0842	0.0857	0.0870	0.0885	0.0900	0.0912	0.0922	0.0940	0.0980
0.175	0.0970	0.0982	0.0922	0.1010	0.1025	0.1040	0.1052	0.1067	0.1080	0.1095
0.200	0.1110	0.1125	0.1137	0.1152	0.1165	0.1180	0.1195	0.1210	0.1222	0.1237
0.225	0.1252	0.1267	0.1280	0.1295	0.1310	0.1325	0.1340	0.1352	0.1367	0.1382
0.250	0.1397	0.1412	0.1425	0.1440	0.1455	0.1470	0.1485	0.1490	0.1512	0.1527

Au double du logarithme du diamètre moyen trouvé comme nous venons de l'indiquer, ajoutez le logarithme de la longueur du tonneau, et le logarithme de 0.7854, c'est-à-dire $-1+0.8950909$; cherchez ensuite dans les tables le nombre correspondant à la somme de ces logarithmes, et ce nombre sera le volume du tonneau (1).

Prenons le même exemple que ci-dessus: les diamètres étant $0.^{m}850$ et $0.^{m}700$, la différence est $0.^{m}150$; la table indique, pour le nombre correspondant à cette différence, $0.^{m}083$, qui ajouté

(1) L'opération que nous indiquons ici revient évidemment à la suivante : multipliez le carré du diamètre moyen rectifié par 0.7854, surface du cercle dont le diamètre est l'unité, et vous aurez la surface de la section moyenne ; multipliez ensuite cette section moyenne par la longueur du tonneau, et vous aurez le volume de ce dernier.

au petit diamètre 0.^{m}700, donne 0.^{m}783 pour le diamètre moyen rectifié. Le double du logarithme de ce nombre est........ — 1 + 0.7875236

Le logarithme de la longueur du tonneau, c'est-à-dire de 1.^{m}300........... + 0.1139434

Enfin, le logarithme de 0.^{m}7854................ — 1 + 0.8950909

Faisant la somme il vient. — 1 + 0.7965579

Cherchant dans les tables, le nombre correspondant à ce logarithme fractionnaire, nous trouvons 0.6259, qui représente le volume du tonneau exprimé en mètres cubes. Cette règle, comme on voit, donne onze millièmes (onze litres) de plus que la précédente.

Mais une règle qui est très-commode, et qui conduit en même temps à des résultats fort exacts, c'est celle que donne Hutton dans son *Traité du Jaugeage* (*voyez* chap. 7, pag. 451). Voici cette règle : ajoutez ensemble trente-neuf fois le carré du diamètre du bouge, vingt-cinq fois le carré du diamètre des extrémités, et vingt-six fois le produit de ces deux diamètres; multipliez la somme par la longueur du tonneau et par la fraction 0.0086, vous aurez le volume du tonneau (1).

(1) La différence qui existe entre les mesures françaises et anglaises, nous a fait modifier cette règle. Au reste, nous répéte-



Reprenons le même exemple que ci-dessus: les diamètres sont o.m85 et o.m70, la longueur est 1.m30.

D'après l'énoncé de la règle d'Hutton, nous aurons :

---

rons ce que nous avons dit dans une des notes précédentes: l'auteur recherche ici une précision que peuvent réclamer les usages de la vie domestique, mais qui n'est nullement nécessaire lorsqu'il s'agit d'établir un pont militaire sur des radeaux de tonneaux; les deux dernières règles sont d'ailleurs trop compliquées pour être d'une application commode en campagne. On nous pardonnera peut-être d'en rapporter encore une qui nous paraît très-simple et très-expéditive : elle est tirée du *Cours de Stéréotomie appliquée au jaugeage*, publié en 1806 par M. Bazaine, qui a fait construire, d'après sa méthode, des jauges métriques approuvées par le gouvernement, et d'une exactitude bien supérieure à celle des jauges qui existaient auparavant. Voici la méthode de M. Bazaine.

L'observation prouve que la courbure des douves est sensiblement *parabolique*, ce qui fait, de chaque moitié de tonneau, un cône paraboloïde tronqué.

La solidité du cône tronqué ordinaire se trouverait en multipliant l'axe par la surface du cercle moyen évalué au tiers des deux bases et de leur moyenne géométrique.

Il faudra, pour le paraboloïde, donner à ce cercle moyen, pour diamètre, celui du fond, plus les deux tiers, *à peu de chose près*, de l'excédant du diamètre du bouge. Appliquons cette règle au même exemple que ci-dessus : nous avons, diamètre du bouge o.m85, diamètre au fond o.m70, différence o.m15, diamètre du cercle moyen o.m80, et par conséquent $\overline{0.80}^2 \times 0.7854 \times 1.^{m}30 = 0.^{m.3}6534 =$ le volume du tonneau. (*Note du trad.*)

$(39 \times 0.^{m}\overline{85}^{2} + 25 \times 0.^{m}\overline{70}^{2} + 26 \times 0.^{m}85 \times 0.^{m}70) \times 1.^{m}30 \times 0.00.86 = 0.^{m.3}6247$ = le volume du tonneau. On voit que le résultat auquel nous arrivons surpasse de près de dix litres celui auquel nous a conduit la première règle.

Lorsqu'on a rassemblé, pour construire un pont, des tonneaux dont les dimensions ne sont pas les mêmes, le premier soin doit être de les classer suivant leur grandeur, et il faut faire en sorte que chaque radeau ne soit formé que de tonneaux qui aient à peu près la même capacité.

Les tonneaux n'étant point exposés à se remplir d'eau comme les bateaux ou les pontons, on peut sans inconvénient les charger jusqu'à ce qu'ils s'immergent presque entièrement : si l'on observe de plus, que leur poids n'augmente pas sensiblement quelle que soit la durée de l'immersion, et que, sous ce rapport, ils diffèrent beaucoup des corps d'arbres, on en concluera qu'il n'est pas nécessaire de calculer le nombre de tonneaux qui doit entrer dans la formation des radeaux, de manière que ces derniers soient capables de soutenir des fardeaux beaucoup plus lourds que ceux qu'ils auront réellement à supporter. Il faut seulement avoir soin de placer les tonneaux de façon qu'on puisse aisément en trouver les bondes, et faire sortir toute l'eau qui aurait pénétré dans l'intérieur; à cet effet, on se munira de quelques petites pompes que l'on tiendra constamment prêtes, et au-dessus de la bonde

de chaque tonneau on percera un trou dans le tablier du pont pour pouvoir y appliquer une pompe aussitôt qu'il sera nécessaire.

Il suffit que les radeaux d'un pont de tonneaux soient capables de soutenir sur l'eau un poids de 2,500 à 2,600 kilogrammes, pour qu'étant placés à la distance de 3.^{m}70 à 4 mètres de milieu en milieu, on puisse faire passer sur le pont, de l'artillerie de campagne, de la cavalerie marchant par deux, ou de l'infanterie défilant sur trois hommes de front. En effet, admettant que la portion du tablier qui correspond à chaque radeau pèse 885 kilogrammes (voyez *Radeaux en corps d'arbres*, pag. 225), il restera encore 1,715 kilogrammes pour le poids qui ferait entièrement immerger ce radeau ; or, le passage de l'infanterie marchant comme nous venons d'indiquer, chargera chacun des radeaux de 960 kilogrammes seulement; le passage de la cavalerie le chargera de 1,176 kilogrammes; une pièce de 6 légère exercera une pression de 1,200 kilogrammes sur le radeau immédiatement placé sous le canon (voy. *Radeaux en corps d'arbres*, pag. 232); enfin, une pièce de 9 sur son affût, mais séparée de l'avant-train, produira une charge de 1,276 kilogrammes sur le radeau au-dessus duquel elle passera. On voit donc que notre pont de tonneaux pourrait très-bien supporter les poids que nous indiquons ici ; cependant, les deux derniers étant déjà considérables, il sera mieux de laisser

un peu d'intervalle entre les pièces, afin qu'elles soient soutenues en partie par les radeaux qui sont à droite et à gauche de celui sur lequel elles sont placées.

Supposons qu'il faille établir un pont avec des tonneaux numérotés 4, 6, 9 et 14 (*voyez* la table ci-dessus, pag. 249):

	kilog.	kilog.
44 toun. n° 4 soutiendront au-dessus de l'eau	2,574 leur poids sera de	968
18 . . n° 6	2,646	666
10 . . n° 9	2,540	510
5 . . n° 14	2,630	355

On pourra donc, d'après ce que nous avons dit plus haut, former les radeaux du pont de 44 tonneaux n° 4, ou de 18 tonneaux n° 6, ou bien encore de 10 tonneaux n° 9, ou enfin de 5 tonneaux n° 14.

Dans le premier cas, on prendra vingt-deux tonneaux qu'on réunira deux à deux, comme on le voit à la planche 6e, fig. n° 1; on placera ensuite sur ce premier système une pièce de bois A B, dont la surface supérieure devra dépasser un peu les tonneaux; puis ayant formé un second système de vingt-deux tonneaux semblable au premier, on les amènera à côté l'un de l'autre, comme l'indique la figure, et ils seront maintenus dans cette position par des pièces de bois transversales (*voyez* le profil n° 1). Un pareil radeau aura 6.m16 de longueur et 2.m04 de largeur.

Les dix-huit tonneaux n° 6 seront placés su deux rangs et opposés bout à bout, comme l'

dique la figure n° 2, pl. 6; on fixera ensuite l'ensemble de ces tonneaux à un cadre en bois composé de trois longues pièces AB, CD, EF, dont une reposera à la fois sur les deux rangs de tonneaux. Le radeau aura 5.^{m}49 de long sur 1.^{m}40 de large.

Les dix tonneaux n° 9 seront disposés sur deux rangs à côté l'un de l'autre (*voyez* la figure n° 3), et fixés à un cadre ABCD à peu près semblable au cadre du radeau précédent. Autrement on maintiendra les tonneaux par des traverses DE, DE, fixées elles-mêmes à une pièce longitudinale qui occupera le milieu du radeau (*voyez* le profil n° 3). Le radeau aura 4.^{m}45 de longueur sur 1.^{m}42 de largeur.

Enfin, les cinq tonneaux n° 14 seront placés côte à côte, comme l'indique la figure n° 4, et attachés à un cadre ABCD; la longueur du radeau sera de 4.^{m}30, et sa largeur de 1.^{m}35.

Le cas que nous venons de considérer indique assez la manière de s'y prendre pour composer, avec des tonneaux de grandeurs différentes, des radeaux capables de supporter les mêmes poids ou à peu près; mais, comme ces radeaux ne s'élèveront pas de la même quantité au-dessus de l'eau, on aura soin de placer des blocs de bois léger sur ceux qui sont le plus bas, afin que les poutrelles du pont portent également sur tous les radeaux, et que le tablier soit bien horizontal.

Les radeaux de tonneaux peuvent être très-

utiles pour achever un pont de pontons, lorsque ceux-ci ne sont pas en nombre suffisant (1). Il faut, autant que possible, employer de grands tonneaux, particulièrement pour le cas dont nous parlons : toutes les fois que le transport devra s'effectuer par terre, on trouvera en effet beaucoup d'avantage à ne mener avec soi que des tonneaux qui aient une grande capacité ; car de deux radeaux capables de supporter la même charge, et dont l'un serait composé de grands tonneaux et l'autre de petits, le premier pèsera beaucoup moins, et sera par conséquent d'un transport bien plus facile que le second. Six tonneaux, de même volume à peu près que ceux du n° 14 (*voyez* la table de la page 249), formeraient un radeau capable de remplacer un de nos pontons de métal ; il pourrait supporter jusqu'à 3,030 kilogrammes, et son poids n'excéderait pas 425 kilogrammes, ce qui est un peu moins que le poids de nos grands pontons (pag. 41). Si l'on remarque, en outre, que les ponts de tonneaux peuvent être, proportion gardée, beaucoup plus chargés que les ponts de pontons, attendu, comme nous l'avons déjà dit, qu'on n'a point à redouter avec les tonneaux les accidens qu'une trop grande immersion pourrait occasioner avec des pontons, on en concluera qu'il n'y aurait nul

(1) *Voyez* Tielke, *Ingénieur de Campagne*, pag. 27.



inconvénient à remplacer, au besoin, les grands pontons de métal par des radeaux formés seulement de cinq tonneaux n° 14.

Le plus ordinairement, lorsqu'on aura besoin d'employer des tonneaux, ce ne sera pas pour en composer un pont continu, mais seulement pour en former des radeaux détachés. A cet effet, il faudra préparer des cadres qui aient les dimensions convenables, et que l'on recouvrira d'un léger plancher; puis on disposera sous chaque cadre autant de tonneaux qu'il est nécessaire pour donner aux radeaux la force qu'ils doivent avoir (1).

C'est surtout dans les pays montueux que l'on

---

(1) Saint-Remy, *Mémoires d'artillerie* (troisième partie, tom. 2, pag. 387), donne le plan et la description d'un radeau pour pont de tonneaux. (C'est le même qui a été décrit ensuite par Morla dans son *Traité d'Artillerie*, tom. 1er, pag. 574.)

« Le pont est composé de plusieurs châssis et de plusieurs tables. Dans chaque châssis il y a neuf tonneaux qui sont enfoncés par les deux bouts. Les tonneaux ont 2 pièds de diamètre par le bouge, et 2 pièds et demi de long; ils sont attachés aux poutrelles par les deux bouts, avec deux cordes qui font trois tours chacune par-dessus les tonneaux. Les châssis s'assemblent les uns dans les autres avec trois anneaux. Il y a un chariot à quatre roues pour porter chaque châssis.

» Lorsqu'on veut jeter le pont sur une rivière, on le monte tout entier sur la terre, et l'on couvre les châssis de leurs

peut tirer un grand parti des radeaux de tonneaux pour le passage des rivières. Lorsqu'on manque de charrettes ou que la difficulté des chemins ne permet plus de s'en servir, on fait transporter à dos de mulet des tonneaux, des planches et les pièces de bois dont se composent les cadres des radeaux. En pareil cas, les tonneaux sont peut-être le meilleur de tous les moyens auxquels on puisse avoir recours; et dans toute armée, il y aura généralement assez de tonneaux

---

tables; puis on les équipe chacun de deux roues et d'un essieu du chariot; ensuite on attache deux grandes cordes au bout qui marche le premier dans l'eau, etc. »

Saint-Remy recommande de placer les bondes en dessous (*); mais de cette manière il serait impossible de pomper l'eau qui s'introduirait dans les tonneaux. Avec les dimensions que nous venons d'indiquer, les neuf tonneaux qui sont attachés à chaque châssis pourraient soutenir 1,740 kilogrammes au-dessus de l'eau, déduction faite du poids des tonneaux : si nous en ôtons ce que pèsent le tablier du châssis, les deux roues, etc., il restera encore de quoi supporter une colonne d'infanterie défilant sur trois hommes de front, de la cavalerie marchant sur un seul rang, ou bien, enfin, une pièce de campagne séparée de son avant-train.

(*) *L'auteur anglais se trompe ; voici comment s'explique Saint-Remy à ce sujet : « Les tonneaux ont un trou au milieu » du bouge, que l'on bouche avec un fausset*, qui est en haut » lorsque le pont est dans l'eau, *et quand le châssis est sur » son chariot, le fausset est en dessous, afin que l'eau qui peut » être entrée dans le tonneau puisse sortir en ôtant le fausset.* » (Le trad.)

vides à la disposition des intendans, pour qu'on puisse en composer un radeau considérable (1).

Les tonneaux étant beaucoup plus légers que tous les corps d'arbres ou bois équarris qui auraient la même force comme flotteurs, déplacent toujours moins d'eau que ceux-ci; par conséquent, les radeaux de tonneaux opposent moins d'obstacle au courant, et dès lors sont bien plus faciles à maintenir et à diriger que les radeaux en bois de charpente.

Radeaux faits avec des caisses ou des outres remplies d'air.

Des caisses fermées, faites de bois léger, peuvent être disposées en radeaux, et servir utilement à la

(1) Les Russes, dans leurs guerres contre les Turcs et les Tartares, ont souvent été obligés de mener avec eux de grands tonneaux remplis d'eau pour pouvoir traverser des déserts de plusieurs jours de marche, dans lesquels on ne rencontre point d'eau potable; ils ont toujours fait usage de ces tonneaux pour établir des ponts. Chaque compagnie portait huit à dix planches, de façon que l'on pouvait sur-le-champ jeter des ponts légers, sur lesquels passaient l'infanterie et les petits bagages, tandis que l'artillerie et les grosses voitures passaient sur des ponts de pontons. Dans la campagne du général Münnich en 1736, dans l'Ukraine, et même dans les campagnes postérieures, les Russes ont jeté plusieurs de ces ponts de tonneaux sur le Bog, le Pruth et d'autres grandes rivières. (Voyez l'*Histoire de Russie* par le général Mannstein.)



construction des ponts militaires; elles peuvent aussi, comme le recommande Folard (1), être employées pour augmenter la force des radeaux de bois équarris ou de corps d'arbres.

Un ingénieur de Cambrai, nommé *Hermann*, proposa, en 1719, un pont fait avec des caisses pleines d'air, formées de planches de peu d'épaisseur. (Voyez l'*Aide-Mémoire*, pag. 1253.)

Ces caisses avaient 5 pieds (1.^{m}62) de long sur 1 pied (0.^{m}32) de large, et autant de haut, le tout mesuré extérieurement; elles étaient partagées en quatre compartimens, par des cloisons intérieures qui avaient le double objet de renforcer les caisses, et d'empêcher que l'eau qui aurait pénétré par une ouverture ne les remplît entièrement.

Quatre caisses formaient un radeau que quatre hommes pouvaient aisément porter.

Pour établir avec ces caisses un pont destiné au passage de l'infanterie sur une rivière peu rapide, on mettait à l'eau le premier radeau; puis on le poussait en avant pour faire place au second; celui-ci étant alors mis à l'eau; on le fixait au premier avec des poutrelles dont les extrémités étaient clouées ou simplement retenues par des clameaux : les deux premiers radeaux étant placés, on les poussait au large pour faire de la

(1) *Commentaires de Folard sur Polybe*, tom. IV, pag. 56, pl. IV; et *Esprit de Folard*, pag. 190.

place à un troisième, et l'on continuait ainsi jusqu'à ce que la communication fût complètement établie d'une rive à l'autre. On maintenait le pont contre le courant au moyen de cordes, dont les extrémités venaient aboutir au bord de la rivière.

Le poids d'un radeau formé de quatre caisses pareilles à celles dont nous venons d'indiquer les dimensions, est à peu près de 160 kilogrammes : ce radeau déplaçant environ 660 litres d'eau, il ne reste que 500 kilogrammes pour la charge qui l'immergerait entièrement; d'où l'on voit qu'on ne pourrait pas, sans imprudence, faire passer l'infanterie autrement que sur un seul rang. Aussi, excepté la facilité du transport, il ne peut y avoir que des inconvéniens, et surtout une grande perte de matériaux, à employer de petites caisses pour l'établissement des ponts. Un bateau qui déplacerait beaucoup plus d'eau qu'un radeau de quatre caisses, exigerait bien moins de bois pour sa construction. Si cependant il y avait impossibilité de se servir de voitures, et que, pour cette raison, on voulût préparer quelques caisses portatives, on ferait bien de leur donner les dimensions que nous avons indiquées plus haut.

Pour établir un pont sur lequel on pût faire passer, sans crainte d'accident, de la cavalerie marchant par deux, de l'infanterie défilant sur trois hommes de front, ou des pièces de campagne séparées de leurs avant-trains, il faudrait

que les radeaux fussent composés de vingt caisses; ils auraient par conséquent 20 pieds de longueur, 5 pieds de largeur et un pied seulement d'épaisseur, et pourraient soutenir un poids de 2,500 kilogrammes au-dessus de l'eau.

On peut employer avec beaucoup d'avantage de grandes caisses formées d'une légère carcasse en planches de sapin recouverte de feuilles de fer-blanc, et qui auraient 20 pieds de long, 2 pieds de large et un pied seulement de profondeur. Placées parallèlement entre elles à un ou deux pieds d'intervalle, et chargées ensuite de poutrelles et de madriers, elles feront un excellent pont; et, comme nous l'avons déjà fait observer à l'égard des tonneaux, les caisses n'étant point exposées à se remplir d'eau par suite de quelque accident ou de l'agitation de la rivière, elles pourront, en toute sûreté, être chargées jusqu'à ce qu'elles s'immergent presque entièrement. Nos caisses de fer-blanc étant plus légères que celles qui seraient faites en planches, seront, par cette raison, plus faciles à transporter.

Lorsqu'on s'occupe de la construction de radeaux en bois de charpente, et qu'on éprouve de la difficulté à rassembler ces bois en assez grande quantité, si l'on peut se procurer des planches, ou si l'on a le temps de débiter quelques poutres et d'en faire des madriers, il y aura beaucoup d'avantage, et surtout une grande économie de matériaux, à se servir de caisses.

Une poutre de sapin d'un pied (0.m32) d'équarrissage et de 25 pieds (8 mètres) de longueur, peut soutenir au-dessus de l'eau un poids de 368 kilogrammes : débitée en planches d'un pouce (0.m27) d'épaisseur, elle fournira de quoi faire trois caisses de même volume que la poutre ; il manquera seulement six morceaux d'un pied carré chacun pour fermer les caisses à leurs extrémités, et neuf morceaux plus petits pour les cloisons intérieures qui servent à maintenir les planches.

Chacune de ces caisses pourra supporter 660 kilogrammes à peu près, ce qui fait pour les trois 1,980 kilogrammes; si nous en ôtons les 368 kilogrammes que porterait la pièce de bois non débitée, il vient encore une différence de 1,612 kilogrammes.

Des outres de peau remplies d'air et placées sous un léger cadre de bois, composent un excellent radeau.

Xénophon rapporte, dans la *Retraite des dix mille* (liv. 3), que les Grecs se trouvant fort embarrassés pour traverser le Tigre, un Rhodien proposa de faire un *pont* d'outres (1) avec les

(1) Non pas un pont, mais un grand radeau qui devait être formé de deux mille peaux attachées deux à deux avec les sangles des selles, après avoir été cousues et enflées. Le radeau devait servir à transporter quatre mille hommes à la fois. L'expédient du Rhodien fut approuvé ; mais la cavalerie



peaux des bêtes de somme qui accompagnaient l'armée (1).

Alexandre se servit de ce moyen pour passer l'*Hydaspe* (2) : l'historien Arrianus nous apprend (liv. V) qu'après avoir rassemblé les peaux près

---

ennemie qui était sur la rive opposée ne permit pas de le mettre à exécution. (*Note du trad.*)

(1) On se sert encore aujourd'hui, sur le Tigre et l'Euphrate, de radeaux faits avec des sacs de cuir remplis d'air. Thévenot donne une description intéressante de la manière dont se construisent ces radeaux, que les habitans du pays appellent *kelecs*, et sur l'un desquels il descendit le Tigre de Mosul à Bagdad, distance de 190 mille (70 lieues). Ce kelec était composé de deux cent soixante outres attachées à vingt perches d'égale longueur, et dont chacune portait par conséquent treize outres. Par dessus les perches, distantes de 2 pieds ou 2 pieds et demi l'une de l'autre, on avait mis beaucoup de branches qui formaient le tablier du radeau, et qui étaient liées aux perches. Les marchandises occupaient le milieu de ce radeau, et laissaient en dehors un espace libre, large de 2 à 3 pieds. Les kelecs ont généralement 4 ou 5 toises de longueur sur 3 toises de largeur ; les bords sont garnis de petits fagots d'osier d'un demi-pied de haut. Il faut arroser les outres tous les demi-quarts d'heure, pour empêcher qu'elles ne se désenflent ; malgré cette précaution, il est encore nécessaire de les gonfler de nouveau tous les soirs. Un kelec porte 15 ou 20 quintaux de marchandises, avec autant d'hommes (2,000 à 2,500 kilogrammes). (Voyez les *Voyages de Thévenot*, tom. 3, pag. 184.)

(2) Ce n'est pas l'Hydaspe qu'Alexandre passa de cette manière, mais l'Oxus ; selon Arrianus ce fleuve avait six stades (1,000 à 1,100 mètres) de largeur au point où Alexandre le traversa. L'armée mit cinq jours à passer. (*Note du trad.*)

du bord du fleuve, on en forma des outres que l'on remplit de feuilles sèches, et qui furent ensuite cousues et fermées bien hermétiquement.

Tite-Live nous apprend qu'une partie de l'infanterie espagnole d'Annibal passa le Rhône à la nage en s'aidant d'outres de cuir remplies d'air. Suivant César, « l'infanterie légère des Portugais » et celle de l'Espagne était accoutumée à traver- » ser les fleuves à la nage sur des peaux. »

Ce sont ces exemples qui paraissent avoir inspiré à Folard le projet de donner à toute la cavalerie des outres de cuir semblables à celles dont on se sert dans quelques pays pour transporter le vin. On eût attaché à chaque selle deux outres qui auraient été gonflées à volonté : « De cette » manière, » dit Folard, « il n'y a point de ri- » vières, quelque larges et rapides qu'elles puis- » sent être, qu'on ne traversât facilement et sans » risque. » *Commentaires sur Polybe*, tom. IV, page 69.

Il y a peu d'années qu'un capitaine nommé Wilhiac, soumit à l'Institut de France les détails d'un projet de pont formé d'outres remplies d'air.

Les outres étaient faites de peaux d'animaux cousues ensemble, et dont on recouvrait les coutures avec de la poix; on pouvait aussi se servir de gros canevas enduit d'une dissolution résineuse qui le rendait impénétrable à l'eau.

Chaque outre ou sac avait la forme d'un ellipsoïde de 6 pieds 3 pouces 10 lignes (2.m04) de

long (1), 2 pieds (o.^{m}65) de large au milieu, et 2 pieds (o.^{m}65) de haut. Le dessus était fixé à un châssis de 6 pieds 9 pouces 3 lignes (2.^{m}20) de long, et 2 pieds 9 pouces 3 lignes (o.^{m}90) de large : ce châssis, avec ses côtés, formait une espèce de petite boîte dans laquelle on plaçait l'outre lorsqu'on voulait la faire voyager, et qui se fermait au moyen d'un couvercle en planches attaché à la partie inférieure de l'ellipsoïde (2).

Le volume de ces outres était de o.$^{m.3}$621 (un peu plus de 18 pieds cubes); chacune d'elles pouvait par conséquent déplacer 621 kilogrammes d'eau, qu'il convient de réduire à 500 kilogrammes à cause de la compressibilité de l'air et de l'imperfection avec laquelle les outres sont toujours enflées. Pour gonfler celles-ci, on mettait les pieds sur les extrémités du couvercle ou plancher de

---

(1) Nous rétablissons ici les véritables dimensions; elles sont indiquées d'une manière inexacte dans le texte original.

(2) Le plancher supérieur et le couvercle ou plancher inférieur, étaient, chacun, un hexagone symétrique; ils avaient 15 lignes (o.^{m}034) d'épaisseur : on les attachait aux côtés du châssis par des lacets de fer à écrous; ils ne débordaient ces côtés que de 15 lignes. Le plancher supérieur était garni de six anneaux de fer pour lier les outres ensemble, d'un double robinet en cuivre, qui servait à laisser entrer ou à retenir l'air dans l'outre, et d'une coulisse dans laquelle se logeait la traversine destinée à répartir sur deux outres le poids du tablier. Voyez l'*Encyclopédie* par ordre de matière, *Art militaire*, tom. 4, pag. 833. (*Notes du trad.*)

dessous, et l'on maintenait ainsi ce couvercle pendant qu'on levait le cadre supérieur; l'air se précipitait alors dans l'intérieur de l'outre en passant par un robinet qu'il suffisait ensuite de tourner pour la fermer exactement (1). Le poids d'une outre et de son cadre était d'environ 35 kilogrammes. Le capitaine Wilhiac fait remarquer qu'un mulet pourrait en porter quatre, et que trois chariots en transporteraient quatorze avec tous leurs agrès.

Pour former un radeau qui eût, comme flotteur, une force égale à celle d'un ponton, il fallait réunir sept de ces outres: on en mettait trois l'une au bout de l'autre, dans le sens de leur longueur, ce qui faisait le milieu du radeau; puis, à droite et à gauche de ces trois premières, on en plaçait deux autres; cette disposition donnait au radeau la figure d'une pile de pont. M. Wilhiac pense que 14 outres équivaudraient en puissance à deux pontons, et remarquant combien les outres l'emportent sur ces derniers relativement à la facilité du transport, il finit par en recommander vivement l'usage.

On ne peut mettre en doute que ce procédé ne soit susceptible d'être utilement employé dans plusieurs occasions, lorsqu'on manque d'autres

(1) La manœuvre pour remplir l'outre demandait trois hommes et une seconde de temps, sans le secours d'aucune machine. *Encyclopédie, Art militaire*, tom. 4. (*Note du trad.*).



moyens de passage (1). En Espagne, par exemple, et dans beaucoup d'autres pays, on renferme le vin dans des outres de cuir tanné; et c'est une des ressources sur lesquelles j'ai toujours compté et dont je m'étais mis en mesure de pouvoir faire usage lorsque je servais dans l'armée espagnole, qui se trouvait, à cette époque, dépourvue de toute espèce d'équipage de pont. Pour composer un radeau avec les outres dont je parle, il faut préparer un léger cadre en bois, et placer ensuite par dessous autant d'outres que ce cadre peut en recouvrir.

Des moyens de ce genre peuvent quelquefois devenir très-utiles pour des expéditions rapides et passagères. Les outres doivent être petites et en grand nombre, pour diminuer autant que possible la gravité des accidens occasionés par les armes à feu: car il ne faut pas oublier qu'une seule balle de fusil qui pénètre dans une outre lui enlève en un instant toute sa puissance comme flotteur. Autrefois, lorsqu'on

(1) Dans les mouvemens du 9[e] corps en Portugal, vers la fin de 1810, nous avons construit des espèces de ponts volans qui, faute de bateaux pour les supporter, étaient soutenus par des peaux de bouc gonflées, exactement fermées et réparties sur les angles et les côtés des radeaux : cette idée rappelle les tonneaux au moyen desquels on a conduit les cônes dans la rade de Cherbourg. *Manuel général du Service des Etats-majors*, par le lieutenant-général Thiébault, page 384. (*Note du trad.*)

commença à se servir des outres pour le passage des rivières, elles ne présentaient pas l'inconvénient dont nous parlons; mais, de nos jours, il s'oppose d'une manière invincible à ce qu'on fasse des outres un usage absolument général (1).

On peut former un ponton très-bon, et très-facile à transporter, au moyen de cuirs tannés attachés à de légers cadres en bois qui se replient et s'appliquent l'un sur l'autre pour la facilité du voyage. On voit au dépôt royal de Woolwich le modèle d'un ponton de ce genre, et d'un autre ponton en osier recouvert de peaux tannées ou de canevas bien goudronné.

Dans l'Inde, on est généralement dans l'usage de passer les rivières avec des bateaux-paniers; ils se font de brins de bambous refendus en plusieurs morceaux, et sont recouverts extérieurement d'un cuir à moitié tanné. Leur forme arrondie les rend susceptibles de porter des fardeaux aussi lourds que possible, eu égard à la grandeur de leur surface. On peut embarquer dans un bateau-panier de 15 pieds anglais (4.^{m}60) de diamètre, une pièce de 18 en bronze, ou un

(1) Sauf de les employer pour une expédition prompte, faite à la dérobée, avec un petit nombre d'hommes, tous les ponts d'outres ne sont bons qu'à mettre au cabinet; car devant l'ennemi, quelques coups de fusil dans vos outres vous dispenseraient du passage, quand les courans mêmes vous respecteraient. *Aide-Mémoire*, pag. 1256. (*Note du trad.*)

obusier de 8 pouces, ou enfin un caisson chargé de munitions.

Dans les armées nombreuses où l'on fait régulièrement des distributions de viande fraîche, les peaux du bétail qui a servi à la nourriture des troupes, suffiront, au bout de peu de temps, pour former les outres nécessaires à la construction d'un pont d'une étendue considérable. D'après les essais que j'ai faits à ce sujet, je pense qu'une pareille ressource peut être quelquefois d'une grande utilité. Je taillais la peau d'un bœuf et lui donnais la forme d'un cercle de 5 pieds 6 pouces (1.^{m}70) à peu près de diamètre; puis rassemblant les bords du cuir autour d'un petit morceau de bois rond (un morceau de sureau, par exemple, dont j'avais ôté la moelle), je formais de ce cuir une outre arrondie que l'on gonflait facilement avec un soufflet à main, et dans laquelle l'air était retenu par une petite rondelle de cuir faisant l'office de soupape, clouée sur l'extrémité du morceau de bois ou tube qui entrait dans l'outre. Celle-ci, gonflée comme on vient de le dire, pouvait soutenir au-dessus de l'eau un poids de 130 à 135 kilogrammes, sans que j'eusse pris aucune précaution pour boucher les pores de la peau; elle demeurait très-bien enflée pendant cinq heures, et au bout d'un jour entier elle était encore capable de supporter la moitié de la charge que nous venons d'indiquer.

Le poids du cuir n'était que de 20 kilogrammes,

ce qui fait voir que j'obtenais un flotteur tout à la fois très-puissant et très-portatif. J'ai répété mes expériences sur différentes peaux, que j'ai tenues gonflées pendant plusieurs jours de suite, et je suis constamment arrivé aux mêmes résultats satisfaisans.

Les peaux peuvent être conservées pendant un temps considérable, au moyen du sel commun. Si l'on prenait le soin d'enduire de goudron, ou de quelque substance glutineuse, les parties voisines du dos de l'animal, où le cuir est toujours plus poreux qu'ailleurs, les outres deviendraient susceptibles de conserver l'air, et de rester gonflées pendant long-temps. Au moyen des tubes de bois dont nous avons parlé, on peut les enfler de nouveau et aussi souvent qu'on veut, sans être obligé de désassembler le radeau : il suffit pour cela de placer les outres de manière que le tube de chacune d'elles soit tourné en dessus, et que l'on puisse y introduire la buse d'un soufflet. Les tubes doivent être bouchés bien hermétiquement à leur extrémité, attendu que le morceau de cuir qui fait soupape dans l'intérieur de l'outre, fermerait trop imparfaitement l'ouverture pour empêcher l'air de s'échapper.

SECTION SIXIÈME.

Ponts roulans et ponts de cordages.

Ponts roulans.

Les voitures de transport présentent, dans certaines occasions, des ressources précieuses pour établir des ponts sur des canaux, ou sur des rivières peu larges et peu profondes.

Les figures 1, 2, 3 (*pl.* 7) font voir les plan et élévations du pont roulant indiqué dans l'Aide-Mémoire (1). Chaque paire de roues forme, avec son essieu, une espèce de chevalet qui soutient le tablier du pont; l'arrière-train, mobile le long de la flèche, peut se rapprocher ou s'éloigner de l'avant-train (2), ainsi que cela a lieu pour toutes les voitures que l'on emploie au transport des pièces de bois. En marche, les supports de poutrelles O reposent sur les traverses ou lisoirs M (*fig.* 1); mais, au moment de se servir du pont roulant, on élève ces supports le long des mon-

(1) Pag. 72 et suiv., tom. 1er; pag. 1201 et suiv., tom. 2.

(2) Nous croyons qu'il y a erreur ici; elle est au reste sans importance. (*Notes du trad.*)

tans ou moutons N, N, et on les fixe à l'emplacement voulu par la profondeur de la rivière.

Pour jeter le pont : disposez la voiture perpendiculairement au bord de l'eau, l'arrière-train du côté de la rive, et déchargez-la de tous les agrès. — Attachez l'avant-train de manière que la voiture ne puisse pas tourner. — Otez la volée du bout du timon. — Placez la partie milieu P du tablier (*fig.* 2 *et* 3) (1), et fixez les poutrelles S au support d'avant-train O (2). — Poussez la voiture dans la rivière. — Jetez les poutrelles R sur la rive opposée (3), et achevez le pont.

---

(1) Le tablier se compose de grands volets Q (*fig.* 3) de 7 pieds de longueur et 2 pieds 4 pouces de largeur : ils sont formés de planches assemblées par trois traverses. Deux petits volets P', de 6 pouces seulement de largeur, se placent sur les deux angles saillans du pont, au tiers de la longueur du tablier. (*Aide-Mémoire*, page 72.)

(2) A l'une des extrémités de chaque poutrelle est un boulon à charnière, et à l'autre un boulon à patte : l'écartement des poutrelles est maintenu au moyen de barres de fer que l'on appelle *directeurs*, qui sont percées pour assembler le bout des poutrelles. Il y en a deux par pont roulant. (*Aide-Mémoire*, pag. 73.)

(3) Selon Gribeauval, après avoir posé la partie P du tablier (*fig.* 2), on placerait de suite les huit poutrelles R et S de l'avant et de l'arrière pont; puis on soulèverait ces poutrelles, et on les tiendrait à la hauteur voulue par l'élévation des bords, au moyen de *servantes*. (Voyez *Les tables d'Artillerie du général Gribeauval*, tom. 2, pl. 34.) C'est dans cet état que le pont roulant serait mis à l'eau. Mais cette disposition

Lorsque la largeur de la rivière ne permet pas d'établir la communication avec un seul pont roulant, on en emploie deux et même davantage. En pareil cas il faut envoyer d'avance, de l'autre côté de l'eau, quelques hommes et des chevaux, qui tireront le premier pont vers la rive opposée, et feront de la place pour le second (1) : à cet effet, il est très-nécessaire d'avoir à sa disposition le moyen de faire passer un ou deux hommes qui porteront le bout d'une corde, dont on se servira ensuite pour établir la communication entre les deux rives. On peut employer pour ce premier passage, un petit radeau formé de pièces de charpente, de quelques outres, ou, enfin, de deux tonneaux attachés l'un à l'autre, comme l'indiquent les figures 4 et 5. L'équipage de pont pourrait encore être muni d'une nacelle ou d'un petit canot gallois (le bateau des anciens Bretons), composé d'une carcasse d'osier ronde, fort légère, et recouverte d'un morceau de cuir à l'extérieur. On conduit ce bateau de la même

---

ferait flotter la voiture, et la rendrait difficile à conduire : il est plus simple, comme l'indique ici l'auteur anglais, et comme le conseille aussi l'Aide-Mémoire (note de la page 1202), de ne poser les poutrelles R et S que lorsque la voiture est déjà placée dans la rivière.

(1) Le second pont roulant se place au moyen de coulisses ou augets, dans lesquels on fait rouler les roues de la voiture. (*Aide-Mémoire*, pag. 73 et 1203.) (*Notes du trad.*)

manière qu'un radeau fait avec deux tonneaux, en mettant la rame dans l'eau droit devant soi, et chassant le bateau dans le sens opposé (*fig.* 5): si l'on plaçait la rame de côté, le bateau ne ferait que tourner sur lui-même sans avancer.

Notre intention n'est pas de faire adopter entièrement le pont roulant indiqué dans l'Aide-Mémoire (1); mais il n'y a pas de doute qu'en se dirigeant d'après les mêmes principes qui ont fait proposer ce pont, on ne puisse employer très-utilement des chariots du pays pour le passage des petites rivières (2). Une voiture qui sert au transport des pièces de bois, peut, par exemple, être bien facilement transformée en un pont roulant qui ressemblera beaucoup au pont français: pour cela il suffira de placer sur le corps des essieux, des pièces L et M (*fig.* 1), afin d'élever les poutrelles du tablier au-dessus des roues. Si le fond de la rivière avait peu de consistance, il faudrait préférer les roues les plus larges qu'on pourrait se procurer; enfin, si le pont devait servir au passage de l'artillerie, on commencerait par ôter

(1) Ce pont est abandonné depuis bien des années, et ne fait plus partie de l'équipage d'armée.

(2) Le 29 avril 1823, une partie du quatrième corps de l'armée française en Espagne, passa la Fluvia près de Crespia sur deux ponts, dont l'un avait été établi sur des charrettes. Deux jours après ce pont fut entraîné par une crue; mais l'autre pont, qui était sur chevalets, ne résista pas davantage, et fut également emporté. (*Notes du trad.*)

les roues de la voiture, et l'on placerait sous chacun des essieux une forte pièce de bois que l'on attacherait solidement, et aux extrémités de laquelle on adapterait ensuite les roues. La pièce dont nous parlons est représentée par la droite EE (*fig.* 1); il faut la prendre longue, afin que, les roues se trouvant fort écartées, le pont roulant ait une grande stabilité. Si la voiture avait des essieux en fer, il serait nécessaire d'ôter les boîtes des moyeux (1).

Dans l'*Ingénieur de Campagne* de Tielke (2), on indique de placer, suivant le cours de la rivière, les voitures à quatre roues qui doivent servir à l'établissement d'un pont roulant; mais il est évident que, par suite de cette disposition, chacune de ces voitures ne fournit qu'un chevalet, tandis qu'en les mettant perpendiculairement au cours de l'eau, chaque paire de roues forme à elle seule un chevalet. Il faut remarquer, en outre, que des voitures dont les flèches sont parallèles à la direction du courant, penchent presque toujours vers le milieu de la rivière, et qu'elles sont par conséquent très-exposées à culbuter.

Ce qui gêne et retarde le plus les mouvemens

---

(1) Pour que les extrémités de la pièce de bois EE, qui remplit alors l'office d'essieu, pussent entrer dans les moyeux. (*Note du trad.*)

(2) *Voyez* pag. 27 et fig. 3, pl. 1.

d'une armée dans un pays coupé de beaucoup de canaux ou de larges fossés, c'est la difficulté que l'on éprouve à se procurer promptement des poutres assez longues et assez fortes pour pouvoir établir immédiatement la communication entre les deux bords. Voilà le plus souvent tout ce qui manque pour la construction des ponts. Les colonnes d'avant-garde devraient par conséquent avoir toujours avec elles des planches et quelques pièces de bois que leurs dimensions rendraient d'un transport facile (1), et qui seraient préparées de manière que l'on pût en former de longues poutres aussitôt que le besoin l'exigerait. Comme les matériaux dont nous parlons ne pourraient se transporter que sur quelques charrettes, il

(1) Dans la guerre de sept ans, on a employé avantageusement des ponts portatifs imaginés par M[r] Masson, officier d'artillerie. Ils avaient 42 pieds de portée et pouvaient se jeter très-vite sur les ruisseaux moins larges que cette étendue. Pendant les campagnes de 1761 et 1762, on fit conduire à la suite du corps attaché à l'état-major pour l'ouverture des marches, des planches et des madriers sur des charrettes dont les roues et l'essieu servaient de chevalets. Leurs brancards allongés par des solives, à l'aide de liens de fer préparés à cet effet, servaient aussi de poutrelles. On recouvrait le tout de planches et de madriers. Ces ponts étaient assez solides pour l'infanterie; mais il fallait que les ruisseaux fussent peu profonds: si leurs bords étaient escarpés, on y pratiquait des rampes. (*Traité sur le Service de l'Etat-Major des armées*, par le général Grimoard, note de la page 67.)

faudrait aussi que l'on pût utiliser celles-ci pour la construction des ponts.

C'est d'après ce principe que j'imaginai le pont portatif représenté par la planche 8 : il était destiné dans ces derniers temps à faciliter notre marche dans un pays où l'armée anglaise n'aurait pénétré qu'avec la plus grande peine, si on lui avait opposé une vigoureuse résistance (1).

Les solives ou poutrelles sont formées de planches de sapin de 3 pouc. angl. (0.m075) d'épaisseur, 14 pieds (4.m30) de longueur et 8 à 10 pouc. (20 à 25 centimètres) de largeur (*fig.* 1) ; pour assembler deux de ces planches on les met bout à bout, et l'on place ensuite par-dessus une troisième planche, dont le milieu correspond à la jonction des deux premières, et qui est maintenue par des clefs de bois. On forme ainsi une espèce de solive A B (*fig.* 2) de 8.m60 de longueur. Un cadre se compose de deux solives réunies par trois traverses E, F, G (2), dont les extrémités, terminées en queues d'hironde (*fig.* 4), sont maintenues dans les mortaises des planches (*fig.* 3) au moyen de coins (*fig.* 5).

La largeur intérieure des cadres est de 4 pieds

---

(1) L'auteur veut parler de l'expédition de lord Chatam dans l'île de Walcheren, au mois d'août 1809.

(2) Ces traverses ont 5 à 6 pouces de large sur 3 à 4 de haut. (*Notes du trad.*)



(1.^{m}20). La tablier se compose de portions séparées H, H, H (*fig.* 6) (1).

Avec un seul cadre on fait un pont pour de l'infanterie, sur un fossé qui n'a pas plus de 8 mètres de large ; ce pont peut porter vingt-trois hommes à la fois. Une charrette traînée par deux chevaux suffit pour le transport de deux cadres, que l'on dispose comme on le voit à la figure 7.

Placés l'un contre l'autre, ces deux cadres forment, sur un fossé dont la largeur n'excède pas 8 mètres, un pont qui peut servir au passage de toute espèce d'artillerie de campagne.

En combinant les deux cadres d'une autre manière, on fera passer de l'infanterie sur une rivière ou un canal dont la largeur, plus grande que 8 mètres, ne surpasserait cependant pas 15 à 16 mètres, et dont la profondeur ne serait pas

---

(1) Les trois planches H, H, H, sont chevillées sur les pièces de bois I I, K K, et forment ainsi comme un petit tablier assemblé d'avance, que deux hommes portent et placent avec la plus grande facilité. Les pièces II, K K, se mettent en dedans du cadre et touchent aux solives ou poutrelles : les planches portent par leurs extrémités sur ces solives ; elles laissent entre elles des intervalles de quelques pouces, afin de diminuer d'autant le poids dont le pont se trouve chargé. La disposition du tablier par parties préparées d'avance, accélère beaucoup la construction du pont ; elle dispense des guindages et permet cependant de donner aux cadres une inclinaison assez forte par rapport à l'horizon (*fig.* 9), sans qu'on ait à craindre de voir les planches du tablier glisser sur les solives qui les supportent. (*Note du trad.*)

de plus de 3 mètres et demi. En pareil cas on se servira d'abord de la charrette pour faire avancer le premier cadre dans l'eau, jusqu'à l'emplacement qu'il doit occuper, et l'on formera ensuite avec cette charrette un chevalet que l'on établira au milieu de la rivière. Les extrémités des deux cadres seront soutenues par la traverse ou pièce de support A (*fig.* 8 *et* 9) qui se fixe aux brancards de la voiture, et que l'on peut éloigner jusqu'à 3 mètres ou 3 mètres et demi de la queue de ces brancards.

Pour jeter le pont : déchargez la voiture, et tournez-en le derrière du côté de l'eau, les brancards dans la position BC (*fig.* 8); posez l'extrémité d'un cadre sur le support A, et attachez celui-ci à la première traverse G (*fig.* 2); maintenez les brancards au moyen de la corde CD, attachée à l'autre traverse E du cadre, et faites avancer la voiture dans l'eau jusqu'à ce que cette traverse arrive à 4 pieds du bord E (*fig.* 8); lâchez alors la corde CD, et poussez le cadre en avant, jusqu'à ce que les brancards de la voiture soient verticaux, ce qui sera indiqué par le fil à plomb CH (*fig.* 9); fixez la voiture, dans cette position, au moyen de cordes allant de l'extrémité supérieure et inférieure des brancards à la dernière traverse E du cadre (*fig.* 9). Mettez ensuite à l'eau le second cadre chargé de son tablier (1);

(1) On attache avec de petites cordes les pièces II, KK, *fig.* 6,

faites-le soulever par deux hommes placés entre les brancards de la voiture, et amenez-le dans la position LM. Attachez le second cadre avec des cordes, comme on a fait pour le premier, et le pont sera tendu. Si l'on peut envoyer d'avance un ou deux hommes de l'autre côté de la rivière, l'opération sera beaucoup plus facile et demandera très-peu de temps. On a fait porter à ce pont, sans qu'il en soit résulté aucun accident, tous les hommes, sur un seul rang, qui pouvaient tenir sur la longueur du tablier. La première fois qu'on voulut en faire l'essai, il fut jeté, en quelques minutes seulement (1), sur un fossé de 2 à 3 mètres de profondeur et de 12 à 13 mètres de largeur. On peut employer, pour le soutenir dans son milieu, toute espèce de voiture à deux roues, pourvu seulement qu'elle soit bien solide.

Ce pont roulant ayant été imaginé pour servir dans un pays de plaine, on pensa qu'il pourrait très-bien être transporté sur une charrette à deux roues; mais, dans le cas d'un pays montueux et de

---

aux côtés du cadre, pour empêcher que l'eau ne soulève le tablier, lorsqu'on fait flotter le second cadre et qu'on l'amène à sa position.

(1) Les Anglais n'ont point fait usage de ce pont dans l'expédition pour laquelle on l'avait préparé : tout s'est borné à des essais. Les soldats avait acquis une si grande habitude de le jeter, qu'ils ne mettaient pas vingt minutes à l'établir entièrement. (*Notes du trad.*)



chemins difficiles, il faudrait préférer les voitures à quatre roues (1).

Les auges inventées par sir William Congrève (*fig.* 10 et 11), fournissent un excellent moyen pour passer les canaux, fossés, etc. (2). Elles ont 14 pieds anglais (4.m30) de longueur et 18 pouces (0.m45) de largeur: une voiture peut en porter trois. Placées l'une à côté de l'autre, elles forment, sur un fossé qui n'a pas plus de 12 pieds (3.m70) de large, un pont capable de supporter toute espèce d'artillerie de campagne; jetées par des-

(1) Non-seulement ces voitures rendront le transport plus facile, mais elles auront encore l'avantage de fournir deux chevalets au lieu d'un seul. On se servira de l'avant-train comme on vient de l'indiquer pour la voiture à deux roues; et pour faire un chevalet du train de derrière il suffira d'attacher deux montans à l'essieu, et de les réunir en haut par une traverse qui fera l'office de support.

(2) Les Espagnols ont plusieurs fois fait usage, en Flandre, d'un pont portatif imaginé par le général d'artillerie Don Luis de Velasco, et qui servait pour passer les petites rivières et les canaux. Ce pont, décrit par Morla (*Tratado de Artilleria*, tom. 1, pag. 576), et par Hoyer (*Handbuch der Pontonnier-Wissenschaften*, 2ter *band*, *seite* 132), se composait d'une bande de coutil ou de forte toile à voile, bâtie sur quelques cordes, et soutenue par de petites barques assez légères pour qu'on pût en transporter cinq sur une voiture. On jetait de l'une à l'autre de ces barques quelques poutrelles d'un faible équarrissage, qui servaient aussi à soutenir la bande de toile. Ce pont était d'une construction très-prompte, mais il ne pouvait porter que de l'infanterie. (*Notes du trad.*)

sus des bateaux, elles établissent immédiatement la communication d'un bord à l'autre d'une rivière, par suite de la façon dont les pièces A et B, qui font l'office de poutrelles (*fig.* 11), sont combinées avec la pièce C qui sert de tablier (*fig.* 10).

« Ces auges sont formées de trois planches qui ont à peu près 2 pouces (5 centimètres) d'épaisseur, réunies par des liens ou bandes de fer et par des clous : les bandes sont indiquées en D, D, sur la figure 11, pl. 8. La hauteur des auges est de 1 pied (0.^{m}30) au milieu, et de 8 pouces (0.^{m}20) aux extrémités; on donne une légère courbure à leur tablier dans le sens de sa longueur, afin de les rendre susceptibles de résister à de plus fortes charges. Elles sont disposées, comme l'indique la figure 3, pl. 9, sur les voitures qui servent à les transporter : les deux premières A et B recouvrent la troisième C, et forment ainsi une espèce de coffre, dans lequel on met des cordes, et tous les autres agrès dont on peut avoir besoin pour établir un pont.

» On emploie dans l'armée anglaise, pour le transport des auges à la Congrève, de grandes voitures à quatre roues, composées de deux trains réunis par une flèche, et d'une longue caisse ouverte à sa partie supérieure. Ces voitures, qui sont d'un modèle fort ancien, sont très-incommodes dans les tournans, parce que les roues de devant sont trop hautes pour pouvoir passer sous la caisse.

» Nous avons dit que chaque auge avait 0.^{m}45

de largeur : on pourrait, à la rigueur, ne se servir que de deux auges pour faire passer de l'artillerie sur un fossé de 4 mètres; il faudrait seulement avoir le soin de les espacer de façon que les roues portassent sur le milieu du tablier de chacune d'elles. Mais afin de rendre le pont plus solide, et le passage des pièces ou des voitures moins dangereux, on place la troisième auge C (*fig.* 4, *pl.* 9) entre les deux premières A et B; et, pour que cette troisième auge supporte une partie de l'effort qui s'exerce sur les deux extrêmes, on établit sous le pont une traverse en bois DD, que l'on fixe au moyen de cordes qui passent par des trous pratiqués à cet effet dans les parois latérales des auges. » (*Le traduct.*)

Le pont roulant de Saint-Remy étant soutenu par des tonneaux, nous en avons parlé dans la section précédente. (*Voyez* Ponts de radeaux, note de la page 259.)

Le maréchal de Saxe donne, dans ses *Rêveries*, la description d'un pont portatif en bois, composé de plusieurs pièces circulaires qui se replient l'une sur l'autre, en tournant autour d'une forte charnière placée au milieu (1). Ces pièces étant

(1) Le pont proposé par le maréchal de Saxe a six toises de développement et une toise de large. Il se compose de deux parties seulement: la charnière autour de laquelle elles tournent est en fer; de forts étriers ou anneaux en fer sont fixés aux quatre solives qui forment la carcasse de ce pont;

déployées forment une arche d'environ 36 pieds d'ouverture, dont les extrémités portent sur les deux bords de la rivière ou du fossé que l'on veut passer. On transporte le tout sur une voiture qui n'est d'aucune utilité pour la construction même du pont; elle est traînée par quatre chevaux ou quatre bœufs. Pour jeter le pont, on commence par bien établir une de ses extrémités sur le bord de l'eau, puis on soulève l'autre extrémité en la dirigeant vers le bord opposé, et l'on abaisse le tout peu à peu, à mesure que l'arche se déploie. Je ne fais mention de ce pont que parce qu'il a été proposé par un homme dont le nom fait autorité, et mon intention n'est nullement d'en recommander l'usage.

Ponts de cordages.

On se servait beaucoup autrefois de ponts de cordages pour les opérations militaires (1); mais

---

ces étriers reçoivent les extrémités de deux grands leviers en bois qui servent à jeter le pont d'un bord à l'autre: on attache des cordes aux leviers pour faciliter la manœuvre. (Voyez dans les *Rêveries*, tom. 1er, pag. 146, les détails de ce pont, et de la voiture destinée à le porter.)

(1) Louis de la Trémouille rapporte, dans ses Mémoires, que les Suisses jetèrent un pont de cordages sur le Pô, près de Casal, au mois de septembre 1515, et que sur ce pont ils firent passer leur artillerie. (*Notes du trad.*)

Davila (*Histoire des Guerres civiles de France*, tom. 1,

aucuns détails relatifs à leur construction n'ayant été conservés, ils étaient peu connus de nos jours jusqu'au moment où les Français ont voulu en faire usage en 1792.

L'*Aide-Mémoire* (tom. 1er, pag. 427, et tom. 2, pag. 1220) donne la description d'un pont de cordages, et c'est d'après elle qu'on a fait les figures 1 et 2 de la planche 9. Le principe sur lequel repose la construction de ce pont, a été appliqué d'une manière plus avantageuse d'abord en Espagne, et ensuite en France, par le lieutenant-colonel Sturgeon, de l'état-major. Voici de quoi se compose le pont indiqué dans l'Aide-Mémoire.

A, A (*fig.* 1 *et* 2, *pl.* 9), chevalets placés de chaque côté de la rivière pour former les culées du pont. Les chapeaux ont 1 pied (0.m32) d'équarrissage et 16 pieds (5.m20) de long; leur partie supérieure porte six entailles arrondies en gorge de poulie, dans lesquelles passent les six cordages K, K, du tablier, qui se placent à 19 pouces (0.m50) d'axe en axe. Ces cordages et leurs chevalets peuvent être comparés aux cordes et chevalet d'une basse.

---

pag. 346) fait mention d'un pont de câbles jeté sur le Clain, au fameux siége de Poitiers, en 1569, par l'amiral de Coligni, sous le règne de Charles IX.

Henri, prince d'Orange, se servit aussi de ponts de cordages en 1631, dans ses entreprises contre Gand et Bruges.

On en fit encore usage en Italie dans la guerre de 1742.

B, B, poutrelles de 20 pieds (6.^{m}50) de long sur 5 à 6 pouces (0.^{m}15) d'équarrissage, qui vont des bords aux chevalets pour former le rempant des culées.

CC, CC, traverses de 11 pieds (3.^{m}60) de long et 4 pouces (0.^{m}11) d'équarrissage; elles portent à 6 pouces (0.^{m}16) de chaque bout un piton à anneau auquel on fixe une poulie en bois. On les place sous les cordes K, K, à 10 pieds (3.^{m}25) d'intervalle entre elles, puis on les suspend aux cinquenelles I, I, avec des cordeaux G, G.

D, D, madriers d'un pied (0.^{m}32) de largeur, 11 pieds (3.^{m}60) de longueur (1), et 2 pouces (0.^{m}055) d'épaisseur pour le tablier du pont.

E, E, forts chevalets à trois ou à quatre jambes; ils ont 14 pieds (4.^{m}50) de hauteur, et sont munis de poulies F, sur lesquelles passent les cinquenelles I, I, qui sont attachées aux palans O, O, et que l'on tend au moyen de cabestans placés en arrière.

G, G, poulies et amarres attachées de 10 en 10 pieds (3.^{m}25) aux cinquenelles I, I. Les amarres sont fixées aux traverses CC, et par ce moyen le tablier du pont se trouve suspendu aux cinquenelles.

H, H, piquets frétés et sabotés, auxquels on

(1) Les madriers qui correspondent aux traverses CC, n'ont que 10 pieds de long. Tous les madriers portent à chacune de leurs extrémités un piton à anneau. (*Note du trad.*)

fixe les cabestans et les cordages K, K, si l'on ne rencontre pas de meilleurs points d'appui. Ils ont 5 pieds (1.^{m}60) de long et 4 pouces (0.^{m}11) de diamètre.

I, I, deux cinquenelles de 5 à 6 pouces (0.^{m}14 à 0.^{m}16) de circonférence, que l'on tend d'une rive à l'autre au moyen de palans et de cabestans; elles sont parallèles et à 10 pieds (3.^{m}20) l'une de l'autre.

K, K, six cordages de 3 à 4 pouces (0.^{m}08 à 0.^{m}11) de circonférence, qui traversent la rivière et supportent le tablier; ils sont attachés d'un côté à un point fixe et tendus de l'autre par uu cabestan (1). On passe par-dessous ces cordages les traverses C C, qui sont ensuite suspendues aux cinquenelles.

Construction du pont. Faites d'abord placer les chevalets A, A, pour les culées, et s'il n'y a pas d'arbres sur le bord de la rivière, enfoncez de forts piquets H, H, pour assurer les cordages et les cabestans nécessaires à l'établissement du pont (2).

---

(1) D'après les figures 1 et 2, pl. 9, les six piquets ou points fixes qui arrêtent les cordages par un bout, seraient placés sur la même rive. L'Aide-Mémoire recommande d'alterner, c'est-à-dire que sur chaque rive il doit y avoir trois cordages arrêtés à des points fixes, et trois cordages tendus par des cabestans : cette dernière disposition vaut mieux.

(2) Le local pourra présenter pour points d'appui des rochers susceptibles d'être entourés de cordages, ou dans les-

Attachez les amarres G, G, aux cinquenelles (1) : mettez-les de 10 en 10 pieds (3.m25), les premières se trouvant à 13 toises (25 mètres) environ de l'extrémité des cinquenelles. Faites une boucle à chacune des amarres, et laissez-les pendre.

Etablissez deux chevalets ou chèvres sur chacun des bords de la rivière, et à 10 pieds (3.m25) l'un de l'autre. Faites passer les cinquenelles sur les poulies F, qui sont à la tête des chevalets, puis tendez ces cinquenelles au moyen de palans et de cabestans, jusqu'à ce que le point le plus bas de leur courbure soit encore à 2 ou 3 pieds au moins au-dessus de l'eau.

Tendez les six cordages K, K, attachés, comme nous avons dit, par un bout à un piquet, et par l'autre à un cabestan. Placez trois hommes, numérotés 1, 2, 3, sur le chevalet A (les hommes 1 et 3 étant munis de crocs pour pouvoir saisir

---

quels on fichera des pinces de mineurs : ce qui vaut le mieux ce sont de grands anneaux de fer à piton; on les scelle dans les rochers avec du plomb, après avoir mis entre les branches du piton un coin de fer dont la tête soit tournée au fond du trou. *Aide-Mémoire*, pag. 1224.

(1) Cette opération doit être faite d'avance, et une fois pour toutes. On passe dans chaque cinquenelle, et de 10 en 10 pieds, des clous ou broches de fer de 5 à 6 pouces de longueur, dont on tord ensuite les extrémités pour les empêcher de se séparer de la cinquenelle. On attache chacune des amarres à l'un de ces clous. *Aide-Mémoire*, pag. 1224. (*Notes du trad.*)

les extrémités des amarres G, G), et en arrière de ces hommes, placez-en trois autres numérotés 4, 5, 6 (les numéros 4 et 6 portant une traverse CC). Les hommes 1 et 3 saisissent le bout des premières amarres G, G, les donnent au n° 2, remettent les crocs au n° 5, et reçoivent des nos 4 et 6 la première traverse CC, qu'ils font passer par-dessous les cordages K, K, et qu'ils lient ensuite aux amarres G, G. Les nos 1 et 3 attachent alors à la première traverse l'extrémité de quelques madriers dont l'autre bout porte sur le chevalet A, et qui établissent ainsi une communication provisoire du bord de la rivière à la première traverse; au moyen de ces madriers ils poussent doucement la traverse à son aplomb, se portent aux amarres, et, toujours placés sur le chevalet, hissent cette traverse à la hauteur convenable. La première traverse posée, les hommes 1, 2, 3 s'établissent dessus pour en placer une seconde, et continuent de cette manière jusqu'à ce qu'elles soient toutes suspendues aux cinquenelles. On enlève alors le tablier provisoire qui établissait la communication entre les traverses; on pose les madriers sur les six cordages K, K (1),

---

(1) Dans quelques projets de ponts de cordages on fait porter les madriers sur cinq et même sur sept poutrelles qu'on place par-dessus les traverses entre les cordages. Le pont, par ce moyen, offre un tablier plus uni; mais l'équipage en devient plus lourd. Ces poutrelles sont liées deux à deux par des bou-

et on les attache aux cordages extrêmes (1).

En supposant une longueur de 130 pieds (42 mètres) de pont suspendu, le poids des cordes et de tous les autres agrès est estimé à 14,870 livres (7,279 kilogrammes) (2). (Voyez dans l'*Aide-Mémoire*, page 1221, les détails de cette estimation.) Si l'on suppose, en outre, que le pont soit chargé d'une colonne d'infanterie marchant sur trois hommes de front, les rangs à 3 pieds (1 mètre) l'un de l'autre, il y aura cent vingt hommes à la fois sur le pont, et leur poids, en comp-

---

lons horizontaux. *Aide-Mémoire*, pag. 428 et 1227. Le pont de l'équipage anglais est à poutrelles. (*Voyez* ci-après pag. 301.)

(1) Nous avons dit que dans l'équipage de pont français il y avait un anneau aux extrémités de chacun des madriers : on passe dans tous ces anneaux une corde de 13 à 14 millimètres de diamètre, que l'on tend à bras et qui sert à maintenir les madriers; on attache cette corde aux chevalets des culées.

(2) Il y a erreur : le pont de cordages représenté par les figures 1 et 2, pl. 9, ne pèserait que 12,490 liv. (6,107 kil.) pour une longueur de 130 pieds de pont suspendu. Si l'on ajoutait à ce pont sept files de poutrelles de 4 pouces (0.^{m}11) d'équarrissage, le poids serait de 18,370 liv. (9,000 kilog.); en réduisant les poutrelles à n'avoir que 3 pouces d'équarrissage (0.^{m}08), et en se servant de cinq files seulement au lieu de sept, le poids du pont serait de 14,870 livres (7,279 kilog.), comme l'indique l'auteur anglais. Mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, on peut sans inconvénient supprimer les poutrelles, ce qui allégera le pont de plusieurs milliers. (*Notes du trad.*)

tant 180 livres (88 kilogrammes) par homme (1), sera de 21,600 livres (10,560 kilogrammes), qui, ajoutées aux 14,870 livres que pèse le pont, font un total de 36,470 livres (17,833 kilogrammes) pour la charge que supportent les deux cinquenelles et les quatre chevalets.

Sous cette charge les cinquenelles prendront une grande courbure (2), à moins qu'elles ne soient très-fortement tendues, auquel cas il me semble que la tension réunie au poids, doit les faire rompre (3) ou écraser les chevalets, ou, ce qui paraît plus probable encore, doit faire céder les points auxquels on attache les cinquenelles et les cabestans. Pour toute construction du genre de celle dont nous nous occupons, il faut que les cinquenelles soient confectionnées avec soin et bien saines, et qu'on puisse avoir une entière confiance dans la soli-

(1) Partout ailleurs l'auteur compte 180 livres anglaises ou 80 kilogrammes seulement par homme.

(2) Pour diminuer le surbaissement du milieu des cinquenelles, on peut, si la rivière et les autres circonstances le permettent, planter un pilotis dans le milieu, pour supporter chaque cinquenelle dans le bas de sa courbure. (*Aide-Mémoire*, pag. 1228.)

(3) Une cinquenelle de 18 à 20 lignes (40 à 45 millimèt.) de diamètre, bien faite, de bon chanvre et qui n'a pas été fatiguée de service, est susceptible de soutenir, sans risque de se casser, le poids de 23,000 livres (11,250 kilogram). *Aide-Mémoire*, pag. 1222. (*Notes du trad.*)



dité des points d'appui qui supportent l'effort de la tension. Lorsque la rivière sur laquelle on jette un pont de cordes est un peu large, ou qu'on doit faire passer sur ce pont des fardeaux considérables, il faut se garder d'employer des chevalets à trois jambes ou chèvres n° 1 (*fig. 1 et 2, pl. 9*), car la cinquenelle qui passe sur la poulie attachée à la tête de ces chevalets, laisse nécessairement deux jambes d'un même côté, et de l'autre une seule jambe, qui est par conséquent très-exposée à se rompre. Il faut préférer à ces chèvres, les chevalets à quatre pieds représentés au n° 2 (*fig. 1 et 2, pl. 9*); et comme lorsqu'on se sert d'une seule poulie par chevalet pour soutenir la cinquenelle, celle-ci changeant brusquement de direction exerce une très-grande pression sur le crochet et l'axe de la poulie, et donne lieu par conséquent à un frottement considérable, on fera bien d'employer deux poulies par chevalet, et de les placer aux deux extrémités du chapeau.

Si l'on n'a pas le temps de construire des chevalets comme ceux que nous indiquons ici, on y suppléera avec quatre pièces de bois de brin de bonne qualité, ayant 20 pieds (6.^{m}50) de longueur, qu'on assemblera dans le haut en les faisant croiser, et qu'on liera fortement avec des cordes: ces pièces de bois doivent entrer d'un pied en terre, et leur écartement doit être assez grand pour que le système ait beaucoup d'assiette. On attachera

solidement aux fourches que forment les quatre jambes dans le haut, un brin de bois de 3 pieds (1 mètre) qui portera deux poulies sur lesquelles on fera passer la cinquenelle (1).

Bien qu'on ne soit que rarement forcé de se servir des ponts de cordes, et que ce moyen de passage doive être considéré comme étant d'une application dangereuse, sinon tout-à-fait impraticable, on ne peut mettre en doute, cependant, que l'emploi des câbles ne présente de grandes ressources pour la construction des ponts militaires; elles sont surtout précieuses pour les entreprises que peut tenter une puissance maritime maîtresse de la mer, dont les flottes et les armées sont en communication et agissent de concert. On voit que ces ressources seront presque toujours à notre disposition; aussi, quoique nous puissions être désormais bien long-temps sans y avoir recours, les applications qu'on en a déjà faites ne doivent pas être sans fruit pour l'avenir.

Santa-Crux indique, dans ses *Réflexions militaires*, un procédé pour faire passer les rivières à l'artillerie avec des cordages seulement. Il consiste à tendre des câbles d'un bord à l'autre, et à faire mouvoir sur ces câbles des poulies aux-

---

(1) Tous ces détails sont extraits de l'Aide-Mémoire. *Voyez* pag. 1222 et suiv. (*Note du trad.*)



quelles on suspend les pièces (1). Ce procédé peut être utilement employé lorsqu'on n'a pas à sa disposition le moyen d'établir une meilleure communication : les chevaux traversent à la nage (2), tandis que les canons et les munitions passent comme nous venons de dire. Si l'on commence par faire passer les chevaux, on pourra les atteler aux cordeaux qui sont attachés aux poulies, et les employer à tirer les pièces et les voitures : les poulies seront ensuite ramenées au point de départ par les hommes restés à l'autre bord.

Dans le cas où l'on pourrait se procurer des moyens de passage pour les hommes et les munitions seulement, et où le courant ne serait pas assez fort pour empêcher les chevaux de traverser à la

(1) Bernardin de Mendoza rapporte (*Théorie et Pratique de la Guerre*) avoir vu lui-même plusieurs fois employer ce procédé, « et que le canon allant entre deux eaux, ces mêmes eaux » aident à le soutenir. » Mais Santa-Crux ne conseille nullement d'avoir recours à cette méthode de faire passer de l'artillerie, il la regarde comme dangereuse, et pense que « dans presque » tous les cas il serait préférable de transporter les canons à » l'autre bord d'une rivière profonde, au moyen de trois ou » quatre poutres réunies par six ou huit madriers, ce qui » composerait un petit radeau, auquel on pourrait ajouter » quelques tonneaux vides et bien calfatés pour soutenir le » poids de la pièce. On tirerait tout cela avec des câbles. » *Réflexions Militaires et Politiques*, tom. 2, pag. 322. (*Note du trad.*)

(2) Section IV, pag. 202.

nage, on ferait passer les pièces d'artillerie et les caissons en les traînant au fond de l'eau avec de fortes cordes auxquelles on attelerait des chevaux. S'il n'y avait pas à l'autre bord un espace libre suffisamment grand pour que les chevaux pussent tirer commodément, on ferait usage de vindas, dont il faut toujours se munir à cet effet; enfin, si l'on manquait de vindas, on y suppléerait au moyen d'une roue de voiture placée horizontalement et traversée par un essieu auquel on adapterait un morceau de bois rond pour servir d'arbre de vindas; on attacherait ensuite les leviers ou barres à la tête de cet arbre (1).

---

(1) Nous avons cru convenable de représenter par des figures la disposition décrite ci-dessus, et de joindre quelques remarques au texte original.

L'essieu anglais est le même pour tous les affûts et avant-trains des pièces de campagne, pour tous les caissons, forges, etc.; il est en fer, et toujours assemblé avec un corps d'essieu en bois (*fig.* 6, *pl.* 9). La partie en fer est composée de deux pièces, qui ont la forme indiquée par la figure 8; les échancrures semi-circulaires qui terminent chaque moitié de l'essieu, forment, par leur rapprochement, un œil arrondi dans lequel on fait passer un fort boulon qui traverse tout le corps en bois; on introduit d'autres boulons plus petits dans les trous B; B, B.

Il est facile de voir, d'après les détails que nous donnons ici, qu'un accident arrivé à l'essieu anglais n'en met presque jamais qu'une partie hors de service, et que, dans tous les cas, il suffit d'avoir des moitiés d'essieux en fer pour rechange. C'est une de ces moitiés que l'on prend pour exécuter la ma-

Toutes les fois qu'on aura recours à ce moyen pour faire passer de l'artillerie, l'opération devra s'exécuter dans une partie où la rivière coule en ligne droite, afin d'éviter les abords mous et vaseux (1); il faudra choisir le point où le courant est le plus uniforme et la surface de l'eau la plus unie, car ce sont autant d'indices de régularité dans le profil du fond de la rivière.

Si les rives sont escarpées, on taille des rampes

---

nœuvre indiquée par la figure 5; et comme l'essieu serait trop mince pour pouvoir servir lui-même d'arbre au vindas, on l'introduit dans un morceau de bois rond que l'on perce, à sa partie supérieure, de deux trous à angle droit pour le passage des leviers. On peut aussi, ce qui est plus simple encore, terminer l'arbre du vindas par une tête carrée, aux quatre faces de laquelle on fixe les leviers comme le montre la figure 7.

L'axe de la fusée n'étant point dans le prolongement de l'axe de l'essieu, il faut apporter quelque attention pour que la pièce de bois qui forme l'arbre du vindas se trouve verticale lorsque la roue est placée horizontalement. Le meilleur moyen de remplir cette condition, est de scier la pièce de bois en deux parties, dont le plan de contact fasse précisément avec l'axe de l'arbre le même angle que fait la fusée avec l'axe de l'essieu. On applique ensuite cet essieu sur les deux parties sciées, et on les entaille pour qu'il puisse s'y loger: on creuse en même temps, avec des tarrières, des trous pour recevoir les boulons; il n'y a plus alors qu'à rapprocher les deux morceaux de bois, et à les maintenir l'un contre l'autre avec quelques bouts de corde. (*Note du trad.*)

(1) Section Ire, pag. 36.

aux emplacemens indiqués pour la descente ou la montée de l'artillerie et des voitures. Dans le cas d'une rivière fort large et d'un fond qui n'a pas beaucoup de consistance, les pièces de canon et les caissons doivent être séparés de leurs avant-trains, et passés isolément. Enfin, quand le fond est très-mauvais, on peut encore s'opposer, en partie du moins, à ce que les roues s'enfoncent dans le sol de la rivière : il faut pour cela, lorsque toutefois il y a assez d'eau pour qu'on puisse avoir recours à ce procédé, attacher aux essieux, des tonneaux, des caisses remplies d'air, des outres ou d'autres corps flottans : on allége ainsi les pièces et les voitures d'une partie de leur poids précisément égale à la force qu'il faudrait employer pour tenir, plongés sous l'eau, les flotteurs dont nous venons de parler.

La possibilité de se servir des moyens de passage indiqués plus haut, ne doit pas faire négliger d'établir de meilleures communications lorsqu'on le peut. Je ne parle ici de ces moyens que pour montrer ce qu'il y a à faire dans certaines circonstances, et pour ne pas laisser ignorer aux officiers de l'état-major, des ressources dont il est très-important qu'ils aient une idée, afin d'être à même de projeter et de mettre à exécution des entreprises hardies qui sortent tout-à-fait des règles ordinaires. Nous ferons remarquer, à ce sujet, qu'il est surtout important de bien connaître les procédés auxquels on peut avoir re-

cours pour le passage des rivières par l'artillerie: toutes les fois, en effet, qu'il sera possible de faire l'application de quelqu'un de ces procédés (comme les chevaux de trait ou de cavalerie peuvent presque toujours traverser à la nage), si l'on a seulement à sa disposition les matériaux nécessaires à la construction d'un pont léger pour l'infanterie, on pourra, en cas de besoin, faire passer brusquement d'un bord d'une rivière à l'autre toutes les troupes et tout le matériel d'un corps d'armée.

Dans la campagne de 1810, en Espagne, le pont de pierre sur le Tage, à Alcantara, ayant été coupé, le colonel Sturgeon fut chargé de rétablir la communication par-dessus l'arche rompue. Il y avait impossibilité de se procurer des bois de dimensions suffisantes pour cette opération; mais le colonel était parfaitement instruit des ressources de tout genre dont on peut faire usage en pareil cas, et il eut recours au moyen qui convenait le mieux dans cette circonstance. La réparation de cette arche offre un très-bel exemple de l'emploi des ponts de cordages.

L'ensemble des cordes destinées à supporter le tablier était fait de petits câbles formant une espèce de filet A A (*pl.* 10), à chaque extrémité duquel était une pièce de bois B B; le filet se tendait au moyen de palans avec lesquels on rapprochait la pièce B B, de la pièce R, qui était logée dans la maçonnerie des piles. Les poulies

des palans jouaient dans des rainures G, G, pratiquées aussi dans la maçonnerie, et disposées de façon que les palans se trouvassent bien dégagés des madriers qui recouvraient ces rainures. Les traverses C C, étaient attachées au filet, et les poutrelles D étaient fixées les unes aux autres par des boulons à vis qui permettaient de les allonger ou de les raccourcir selon la tension des cordes.

Les madriers E qui recouvraient les poutrelles étaient attachés les uns aux autres par deux petites cordes qui tenaient ainsi lieu de guindages, et qui permettaient de former facilement de ces madriers des rouleaux que l'on chargeait sur les voitures employées au transport du pont.

En dehors des madriers, et sur les extrémités des traverses C C, on avait tendu de chaque côté une bande de toile goudronnée F, pour empêcher que les animaux ne vissent la rivière (1).

Des poulies H, H, fixées aux extrémités de deux traverses C C, servaient à tendre des cordes arrêtées à la partie inférieure des piles de pierre :

(1) Les planches du tablier E étant beaucoup moins longues que les traverses C C, il restait entre les extrémités de celles-ci des parties qui n'étaient pas recouvertes, et qui, du milieu même du pont, laissaient voir la rivière : cette vue, et la grande élévation du pont au-dessus de l'eau, effrayaient les hommes et les animaux. Voilà ce qui fit recourir à l'expédient des toiles goudronnées F, F. (*Note du trad.*)

ces cordes avaient pour objet d'empêcher le pont de vaciller.

Avant de placer le filet A A, on avait commencé par établir les deux cinquenelles I, I, qui étaient attachées aux pièces de bois R, et qui supportaient l'ensemble du pont.

La largeur de l'arche était de 100 pieds anglais (30 mètres).

Les moyens de transport pour tout l'équipage se composaient de :

1	haquet à ponton traîné par.....	12 bœufs.
8	grands chariots à 4 bœufs chacun	32
17	charrettes à 2 bœufs..........	34
		78 bœufs.

A l'approche des Français, le pont fut replié en très-peu d'instans par le colonel Sturgeon qui le rétablit ensuite.

Cette description du pont d'Alcantara paraîtra peut-être trop incomplète; mais il faut savoir que le Collége militaire, pour lequel cet essai fut composé, possédait des modèles en relief de tous les ponts qui y sont mentionnés, ce qui rendait de plus grands détails tout-à-fait superflus pour les élèves. Nous allons suppléer ici aux renseignemens que l'auteur a omis, et qui nous paraissent indispensables pour donner une idée suffisamment exacte du pont d'Alcantara ; nous y joindrons une description succincte de quelques autres ponts de cordages établis en Portugal à la fin de

1810, *et en France pendant les années* 1820 *et* 1823. (Le traduct.)

L'armée anglaise fit plusieurs fois usage de son pont de cordes dans les dernières guerres d'Espagne : on peut estimer à deux mois le temps pendant lequel il resta tendu ; ce pont servit au passage de toute l'artillerie et des bagages, sans qu'il soit jamais arrivé aucun accident.

Les deux cinquenelles I, I (*pl.* 10), avaient à peu près un décimètre (3 pouces $\frac{2}{3}$) de diamètre ; les câbles qui formaient l'ensemble du filet A A, avaient 3 centimètres (12 à 13 lignes) d'épaisseur.

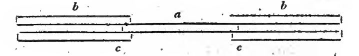
La grosseur des cordes qui reliaient les madriers n'était que de 9 à 10 millimètres (4 lignes) ; ces madriers étaient en bois de sapin de 3 à 4 centimètres d'épaisseur, comme ceux des ponts de pontons. Pour les empêcher de glisser on avait fait à chacune de leurs extrémités deux petites coches, dans lesquelles passaient les cordes dont nous venons de parler.

Les traverses C C, étaient aussi en bois de sapin ; elles avaient à peu près 13 centimètres (5 pouces) d'équarrissage, et étaient placées à 33 décimètres (10 pieds) l'une de l'autre : on les avait entaillées à leur partie supérieure pour recevoir les onze ou douze systèmes de petites poutrelles représentées en D sur la planche 10. Ces entailles, qui étaient rectangulaires, n'avaient pas plus de 3 centimètres (1 pouce) de profon-

deur; leur largeur était de 12 centimètres à peu près (4 pouces et demi): elles servaient à maintenir les poutrelles, qui, sans cette précaution, auraient été bientôt déplacées par l'effet du mouvement d'oscillation que prenait le pont lors du passage des troupes ou des voitures.

Sur la face inférieure des traverses CC, on avait fait de petites coches en gorges de poulies, correspondant aux milieux des intervalles qui séparaient les entailles de la face supérieure : ces coches servaient à fixer, avec de forte ficelle, les traverses aux deux cinquenelles et au filet, pour empêcher que la courbure du pont ne les fît descendre et se rapprocher.

Les poutrelles étaient en chêne (1); elles avaient toutes 3.^{m}40 (10 pieds et demi) de longueur et 13 ou 14 centimètres (5 pouces) de hauteur ; quant à leur épaisseur, elle n'était que de 5 centimètres (2 pouces), c'est-à-dire le tiers, à peu près, de la hauteur.



Les travées, ou, pour parler plus exactement,

(1) Nous croyons pouvoir l'assurer; cependant les renseignemens que nous nous sommes procurés à cet égard ne sont pas absolument positifs.

les espaces compris entre les traverses C C, étaient alternativement recouverts de poutrelles simples *a*, et de poutrelles doubles *b*, comme l'indique la figure de la page précédente. (*Voyez* aussi la planche 10.) Deux boulons de fer *c*, *c*, unissaient les poutrelles *a* aux poutrelles *b*, *b*; ces boulons, qui avaient à peu près un centimètre (4 lignes $\frac{1}{2}$) d'épaisseur, se terminaient par une vis avec un écrou, et pouvaient s'enlever à volonté. Les poutrelles étaient percées de trois trous à 14 ou 15 centimètres l'un de l'autre (le 1[er] à 1 décimètre environ de l'extrémité de la poutrelle), afin qu'on pût engager plus ou moins les pièces *a* entre les pièces *b*, suivant la courbure du pont, la tension et l'allongement des cordes. Les boulons devaient toujours correspondre au milieu des traverses C C (*pl.* 10).

Lorsqu'on repliait le pont pour le placer sur les chariots de transport, on ôtait un des boulons qui maintenaient les poutrelles *a*; puis, faisant tourner celles-ci autour de leur autre boulon, on les amenait dans l'espace vide compris entre les deux pièces *b b*; chaque système de trois poutrelles formait alors comme une seule pièce de bois de 34 décimètres de long, 15 centimètres de large et 13 à 14 centimètres de haut.

Les Anglais ont fait construire, depuis quelques années, un équipage de pont de cordes à l'imitation du pont d'Alcantara, mais avec quelques modifications cependant. Les cinquenelles

qui passont sous le tablier sont au nombre de quatre : elles ont 6 ou 7 centimètres (2 pouces $\frac{1}{2}$) d'épaisseur; le bout des poutrelles est garni d'une feuille de tôle assujettie avec de petits clous, et cette précaution paraît nécessaire pour empêcher que les bois ne s'éclatent lorsqu'on place les boulons dans les derniers trous : ces boulons sont percés à l'une de leurs extrémités d'un trou rectangulaire, dans lequel on introduit une clavette à deux branches faisant ressort; enfin, on a joint à l'équipage, de forts madriers pour composer des espèces de boîtes qui remplacent les rainures ou tranchées en maçonnerie G, G (*pl.* 10), dans lesquelles étaient logés les palans du pont d'Alcantara : du reste, la disposition générale de ce pont a été conservée dans le nouvel équipage.

Nous extrayons d'un Mémoire de Mr Robert, capitaine des ouvriers de l'artillerie, les renseignemens suivans sur un pont de cordages exécuté, à la fin de 1810, à l'armée de Portugal, sous les yeux de M^r le lieutenant-général Tirlet.

Ce pont fut établi à 600 mètres environ au-dessus de Punhete, près de la rive droite du Zezere; le ravin sur lequel on le jeta avait 27 mètres de largeur.

Le tablier était supporté par six câbles de 30 à 35 millimètres d'épaisseur, distans entre eux de 44 centimètres; ils passaient sur deux rouleaux en bois de 16 centimètres de diamètre; l'un

de ces rouleaux s'appuyait contre deux troncs d'arbres, et était en outre maintenu par de forts piquets bien enfoncés en terre; l'autre rouleau était de même contenu par des piquets, mais, comme on n'avait pas trouvé d'arbres contre lesquels on pût commodément l'appuyer, on l'avait relié avec de bonnes cordes à une autre pièce de bois placée en arrière, et maintenue, comme les rouleaux, au moyen de piquets.

Les six câbles furent tendus au moyen de palans; on établit par-dessous quatre rouleaux ou traverses de 8 centimètres de diamètre, également espacés entre eux et attachés avec de forte ficelle. L'objet de ces traverses était de maintenir les câbles, et de les empêcher de s'écarter. Des cordes de 3 centimètres et demi de grosseur, partaient de chaque extrémité des rouleaux, et allaient, en se croisant, s'attacher à des piquets enfoncés sur les rives. On plaça ensuite sur les six câbles les madriers qui formaient le tablier du pont, et on les assura par deux files de poutrelles de 8 centimètres d'équarrissage bien brêlées.

Ainsi construit, ce pont était d'une solidité suffisante pour porter de l'infanterie. Voici ce qu'on fit pour lui donner plus de force.

On établit sur chacun des bords du ravin une potence de 5 mètres de haut, retenue en arrière par des haubans de retraite attachés à de forts piquets. Chaque potence portait à sa partie

supérieure deux poulies, sur lesquelles passait une cinquenelle de 40 à 45 millimètres de diamètre, qui, arrêtée par un bout à un point fixe, se tendait par l'autre au moyen d'un palan. Huit amarres verticales de 35 millim. de grosseur, embrassaient des poulies suspendues aux deux cinquenelles, et venaient s'attacher aux traverses ou rouleaux dont nous avons parlé, qui se trouvaient ainsi soutenus par les cinquenelles. Enfin, du sommet de chaque potence partaient deux cordages qui allaient aboutir aux extrémités des traverses les plus rapprochées des bords, et qui reportaient par conséquent sur les potences mêmes une partie de l'effort qui avait lieu sur ces deux traverses.

En cet état, le pont soutint une pièce de 8 sur son affût, avec quatre chevaux et deux soldats du train, ce qui fait un poids de 2,500 kilogrammes environ, si l'on y ajoute 750 à 800 kilogrammes pour le poids des madriers, des traverses et des poutrelles (celles-ci étaient en bois de pin vert, et tout le reste de bois sec), on aura 3,300 kilogrammes pour la charge totale à laquelle les six câbles du tablier ont résisté. On peut même dire que cette charge a été supportée par cinq câbles seulement, le sixième, qui était de mauvaise qualité et déjà avarié, s'étant rompu sous le poids.

Ce pont de cordages, qui fut principalement établi pour faire quelques expériences et pour

instruire les pontonniers dans ce genre de travail; demeura tendu pendant deux ou trois mois. Il servait journellement au passage des hommes isolés, mais ne fut du reste d'aucune utilité pour les opérations de l'armée.

En 1820 on a jeté sur la Scarpe, près de Douai, un pont de cordages dont le tablier avait 26 mètres de longueur. La largeur de la rivière était de 20 mètres.

Ce pont, proposé par Mr le capitaine Robert, et depuis accueilli favorablement par le comité d'artillerie, pourrait être facilement chargé et transporté sur deux chariots. Son poids total ne serait, suivant Mr Robert, que de 2,500 kilogrammes à peu près.

Il se compose de deux culées en bois de chêne, sur lesquelles on fait passer six forts cordages qui supportent le tablier: deux autres cordages, également attachés aux culées, viennent s'appliquer par-dessus le tablier, et servent à maintenir les madriers en remplissant l'office de poutrelles de guindage. Chaque culée ou potence est formée d'un cadre horizontal et de deux montans verticaux. Le cadre est fait de quatre pièces de bois, dont deux, appelées *corps-mort* et *traverse* (1), sont parallèles au fil de l'eau, et dont les deux autres, qui ont le nom de *semelles*, sont placées

(1) Le corps-mort a de 20 à 22 centimètres, et la traverse de 16 à 17 centimètres d'équarrissage.



dans le sens de la longueur du pont : ce cadre est assujetti par seize ou dix-huit forts piquets enfoncés jusqu'au refus. Les cordages qui supportent le tablier enveloppent le corps-mort et la traverse d'une culée auxquels ils sont attachés avec de grosse ficelle, et sont tendus au moyen de cylindres horizontaux qui s'adaptent au corps-mort de l'autre culée, et font l'office de cabestans.

Chacune des semelles de cadre porte un montant vertical (1), ainsi que nous l'avons déjà dit. La hauteur des montans est de 2 mètres; ils sont armés à leur sommet d'une poulie en fer, sur laquelle passe une cinquenelle (2) arrêtée par un bout à un arbre ou à de forts piquets, et tendue par l'autre au moyen d'un cabestan. On fixe aux cinquenelles des poulies en bois espacées de deux en deux mètres; elles servent à tendre les amarres qui embrassent les extrémités des rouleaux ou traverses que l'on place sous les cordages du tablier. Enfin, pour augmenter encore la solidité du pont, on peut réunir les trois rouleaux du milieu par deux longerons (3), qui auront le grand avantage de diminuer la courbure du tablier précisément dans la partie où les fardeaux pro-

(1) Les montans ont 20 centimètres de largeur sur 16 centimètres d'épaisseur.

(2) Le diamètre de la cinquenelle est de 55 millimètres (2 pouces).

(3) Ils ont 12 à 13 centimètres d'équarrissage.



duisent le plus grand effort sur les points d'appuis et les cinquenelles.

Quoique les cordages qui le composaient fussent vieux, le pont jeté sur la Scarpe, en 1820, a supporté une pièce de 8 sur son affût, avec l'avant-train, et dix hommes appliqués aux prolonges.

On a fait, dans le courant de 1823, plusieurs expériences à la Fère, sur un pont de cordages proposé par Mr Labatie, capitaine d'artillerie. Ce pont présente quelques modifications importantes que nous allons sommairement indiquer.

Le tablier repose sur douze cordages de 8 centimètres de tour (1), tendus d'une rive à l'autre avec des cabestans; il se compose de madriers de 4 mètres de longueur, et 55 millimètres d'épaisseur, maintenus par deux cordes qui remplacent les pièces de guindage, et répondent aux derniers cordages de droite et de gauche avec lesquels on les lie de distance en distance. Par-dessous ces cordages on établit des traverses de 13 centimètres d'équarrissage, placées à 1.m60 de milieu en milieu; elles ont 5 mètres de longueur, et sont suspendues par leurs extrémités à quatre cinquenelles de 55 millimètres d'épaisseur (2).

---

(1) Dans les épreuves on a substitué à ces douze cordages vingt-quatre prolonges attachées deux à deux.

(2) Les cinquenelles, de 55 millimètres (2 pouces) d'épaisseur, ont été remplacées dans les épreuves par deux câbles

Ces cinquenelles sont accolées deux à deux, et ne forment, pour ainsi dire, que deux gros câbles qui se placent de chaque côté du pont à la distance de 4.^{m}5 l'un de l'autre. Les amarres ou *ordonnées* qui attachent les traverses aux cinquenelles ont 14 ou 15 millimètres d'épaisseur : chacune d'elles forme comme une ganse qui embrasse l'extrémité des traverses.

Par-dessous les douze cordages qui supportent le tablier, on fait passer deux câbles de 4 centimètres de diamètre qui se croisent plusieurs fois, et forment autant de losanges sous ce tablier : ces câbles vont d'un côté à l'autre du pont, au moyen de poulies de renvoi horizontales fixées à l'extrémité de quelques-unes des traverses. L'intervalle entre ces poulies est de 8 mètres.

L'objet qu'on se proposait, en ajoutant les câbles en losanges dont nous parlons, était surtout de diminuer le mouvement d'oscillation que prend l'ensemble d'un pont de cordages lorsqu'il est chargé de troupes qui défilent un peu vite sur le tablier : à cet égard les épreuves de la Fère ont été très-satisfaisantes.

Les deux doubles cinquenelles sont tendues d'un bord à l'autre au moyen de cabestans : chacun de ceux-ci est attaché avec de fortes cordes à une plate-forme de 2 mètres à peu près de côté,

---

de 4 centimètres (18 lignes) d'épaisseur chacun, reliés de distance en distance.

que l'on établit à 40 ou 50 centimètres au-dessous du sol, et qui est ensuite chargée de 50 à 60 centimètres de hauteur de terre, pour empêcher le cabestan d'être entraîné par la tension des cinquenelles. Ces dernières passent sur des poulies à double gorge fixées à 5 mètres et demi à peu près au-dessus du terrain naturel : l'axe de chaque poulie est engagé dans les deux jambes d'un montant vertical de 6 mètres de haut, maintenu par des haubans de retraite ou des liens butans. Les jambes des montans ont 20 centimètres de largeur sur 15 centimètres d'épaisseur ; elles sont boulonnées de distance en distance. Les deux montans d'une même culée sont réunis, à 60 ou 70 centimètres de leur sommet, par une traverse en bois de 4.^{m}50 de long et 14 à 15 centimètres d'équarrissage, et à leurs pieds par une semelle ou corps-mort de 5.^{m}5 de longueur, 0.^{m}20 de hauteur et 0.^{m}14 d'épaisseur, percée de douze trous de 4 centimètres de diamètre pour le passage des douze cordages sur lesquels reposent les madriers du pont.

Nous omettons beaucoup de détails; mais il est aisé de juger, par ce qui précède, de la disposition générale du pont du capitaine Labatie : il présente cela de très-particulier, que son tablier, au lieu d'être convexe par rapport à la surface de l'eau, comme ceux de tous les autres ponts de cordages, est au contraire concave par rapport à cette surface ; c'est-à-dire que le milieu en est

plus élevé que les culées lorsque le pont n'est point chargé de troupes ou de voitures, et qu'il ne devient horizontal que sous la pression de fardeaux considérables.

Ce pont a été soumis à plusieurs épreuves aux mois de janvier, d'avril et de mai derniers. Dans la première de ces épreuves le pont fut tendu sur terre: sa longueur était de 34 mètres. « On y fit passer de l'infanterie, de la cavalerie et des pièces d'artillerie; savoir: soixante pièces de 12 attelées de six chevaux, et quarante-huit pièces de 6 ou de 4, attelées de quatre chevaux. En conservant un ordre convenable, on renonça cependant bientôt aux précautions ordinaires pour le passage des ponts militaires. Quatre pièces étaient souvent engagées à la fois sur le pont. L'infanterie, passant d'abord sur deux rangs, s'établit bientôt par sections de six files, et passa tantôt au pas de course, tantôt serrée en masse; enfin, les cavaliers passèrent plusieurs fois sans mettre pied à terre, ordinairement par deux et une fois par quatre.

« Le pont résista parfaitement : le tablier ne s'abaissa point au-dessous du plan horizontal; il ne l'atteignit même que sous le poids de l'infanterie serrée en masse, et de la cavalerie passant par quatre. »

Au mois d'avril le pont fut tendu sur un bras de l'Oise, dont la largeur était de 30 mètres; cette opération exigea un peu moins de cinq

heures de travail. « Onze cents hommes armés ont passé quatre fois sur le pont, les trois premières fois sur deux rangs, au pas de course, et la dernière par sections de cinq files ; chaque fois ils étaient suivis par une pièce de 8, attelée de trois chevaux conduits par deux hommes. L'oscillation, nulle sous la pièce, était fort peu sensible sous l'infanterie, et aucun homme n'est tombé dans ces divers passages. »

Enfin, au commencement de mai, le pont fut de nouveau tendu à terre, et on y fit passer une pièce de 24, tirée par quarante hommes. Cette épreuve réussit complètement, quoiqu'une cinquenelle, rompue dans un essai précédent, eût été épissée.

Nous terminerons ce que nous avions à dire relativement aux ponts de cordages, par quelques réflexions générales sur l'utilité de ce genre de communications. Ces ponts ont été plusieurs fois, déjà, employés avec succès dans les opérations militaires, et l'on ne saurait nier qu'ils ne présentent des avantages précieux dans certaines circonstances; mais il est douteux que l'on parvienne jamais à les rendre assez durables, et surtout assez portatifs, pour devoir être préférés, comme équipages de campagne, aux ponts de bateaux pour les pays de plaine, ou aux ponts de chevalets pour les pays de montagnes, dans lesquels le transport ne peut se faire qu'à dos de mulet. De deux ponts de même longueur, dont

l'un serait sur bateaux et l'autre suspendu sur cordages, le premier exigerait un peu moins de moyens de transport (1), serait plus solide et surtout bien moins exposé à être détruit par le feu de l'ennemi, que le second, qui joint à tous ces désavantages celui d'être plus coûteux, et de se détériorer très-promptement par la seule action de l'air, au point même de devenir bientôt tout-à-fait hors de service. Il faut remarquer en outre qu'un pont de cordages ne peut guère se tendre sur des rivières de plus de 30 ou 40 mètres de largeur, et qu'on emploie trois fois plus de temps pour l'établir que pour jeter un pont de bateaux ou de chevalets d'égale longueur. Enfin, les équipages de ponts de cordes présentent les mêmes inconvéniens que nous avons déjà reprochés aux pontons cylindriques, c'est-à-dire qu'ils ne peuvent être d'aucune utilité pour la navigation, et surtout pour le passage de vive force ou par surprise, des premières troupes qui cherchent à franchir une rivière, et ce désavantage, fût-il seul, suffirait encore pour faire rejeter ce genre d'équipages de ponts.

Il arrive quelquefois, cependant, que l'on ne peut faire usage ni de ponts de bateaux, à cause de la difficulté des transports, ni de ponts de

(1) Le pont essayé à la Fère pesait 12 mille kilogrammes: il exigerait par conséquent douze voitures au moins pour son transport.



chevalets, à cause de la hauteur des rives ou de la profondeur de l'eau (1). En pareils cas, les ponts suspendus sur cordages peuvent être fort utiles, et c'est pour cela que nous avons rapporté avec quelques détails les différens essais qui ont été récemment tentés à ce sujet; ils serviront à indiquer ce qu'il convient de faire dans des circonstances semblables à celles dont nous venons de parler.

(1) La réparation du pont de Romans, sur l'Isère, en 1814, présentait ce genre de difficulté. On rétablit la communication au moyen de madriers portés par des cordages. Le pont ainsi réparé ne servait qu'au passage des gens de pied; les voitures traversaient dans un bac.

SECTION SEPTIÈME.

Ponts de chevalets, de pilotis, de fermes en charpente, etc.

Ponts de chevalets.

On se sert de chevalets (*fig.* 1, *pl.* 11) pour établir des ponts sur les rivières où il y a peu d'eau, dont le fond est uni et résistant, et qui, bien que guéables durant la belle saison, sont cependant exposées à des crues subites par suite des orages. On emploie aussi les ponts de chevalets pour le passage des petites rivières non guéables (1), lorsque le transport de tout autre moyen de com-

(1) Le trop célèbre passage de la Bérésina par l'armée française, à la fin du mois de novembre 1812, s'effectua sur deux ponts de chevalets établis à 200 mètres environ l'un de l'autre, près du village de Weselowo, à quatre lieues au-dessus de Borisow. Les chevalets étaient faits avec des bois provenant de la démolition des maisons. Le pont supérieur destiné au passage de l'infanterie et de la cavalerie, était recouvert de vieilles planches de 15 à 20 millimètres d'épaisseur, et de morceaux d'écorce d'arbres: pour l'autre pont, sur lequel devait passer l'artillerie, on se servit, à défaut de madriers, de rondins de 8 à 10 centimètres de diamètre. Des bois en grume formaient les longerons, qui avaient 5 mètres de longueur et 45 à 50 centimètres de tour : les chapeaux étaient à 40 ou



munication présente trop de difficultés. En pareil cas, ce qu'il faut surtout avoir en vue, c'est la légèreté des différentes parties qui composent ces ponts, et la commodité avec laquelle on peut les faire voyager : voilà en effet en quoi consiste leur principal avantage. Si les chapeaux des chevalets n'ont pas plus de 14 pieds anglais (4.^{m}25) de longueur, sur 6 ou 7 pouces (15 à 18 centimètres) d'équarrissage, et s'ils sont de bois léger, deux ou trois mulets suffiront pour porter deux chevalets (1) : si l'on a, de plus, l'attention de bien préparer toutes les pièces et de les numéroter, il ne faudra que très-peu de temps pour les assembler.

L'élévation des chevalets doit être assez grande pour que le tablier du pont n'ait rien à craindre des plus hautes eaux de la rivière. Il faut mettre au moins 12 pieds (3.^{m}70) d'intervalle entre les chapeaux, afin de ne pas opposer trop d'obstacle

---

45 décimètres l'un de l'autre. La rivière avait à peu près 100 mètres de large, et sa plus grande profondeur était de 20 à 23 décimètres.

(1) Les chevalets pour ponts portatifs se font en bois blanc, comme peuplier, etc.

On peut ne donner aux chapeaux que 4.^{m}25 de long, 0.^{m}22 de haut et 0.^{m}16 de large; mais ces dimensions sont à peu près les plus faibles qu'on puisse admettre : un pareil chapeau, en bois de peuplier blanc, pèserait 78 kilogrammes, et un mulet vigoureux pourrait en porter deux. Voyez l'*Aide-Mémoire*, pag. 1210. (*Notes du trad.*)

au courant, et de laisser un libre passage aux bois et à tous les autres corps flottans : si l'on peut se procurer de fortes pièces de charpente, et des moyens de transport nombreux et commodes, il sera mieux de construire de grands chevalets, que l'on placera à 15 ou 20 pieds (5 à 6 mètres) d'intervalle.

Nous venons de dire qu'on avait souvent recours aux ponts de chevalets lorsque le transport des autres moyens de communication présentait trop de difficulté : si l'on remarque combien les différentes parties de ces ponts sont portatives, et si l'on compare la quantité de matériaux qu'ils exigent avec ce qui serait nécessaire pour l'établissement d'un pont de toute autre espèce, on verra de quelle utilité peuvent être les chevalets dans certaines circonstances. Supposons, par exemple, qu'il faille passer une rivière non guéable, mais peu profonde cependant, dont la largeur serait de 60 mètres, et qui coulerait sur un fond solide ; il faudra vingt pontons pour établir un pont sur une pareille rivière, tandis qu'avec des longerons de 6 mètres de longueur, il suffira de neuf ou dix chevalets pour établir la communication. Nous ferons remarquer, de plus, que ces chevalets pourront encore être facilement transportés, lors même qu'il serait tout-à-fait impossible de faire voyager des pontons, des bateaux ou des ponts roulans. Cependant, à moins que les ponts de chevalets ne soient parfaitement

assurés contre les crues et les affouillemens, ce genre de communication présente toujours des inconvéniens très-graves (1).

L'*Aide-Mémoire* indique (page 430) les dimensions suivantes pour les différentes pièces de bois qui doivent composer un pont de chevalets placés à 10 pieds (3.^{m}20) l'un de l'autre.

---

(1) Les ponts de chevalets ont sur ceux de bateaux et de radeaux l'avantage d'être formés de corps de support construits très-promptement et avec des bois de faibles dimensions que l'on se procure facilement. Mais un pont de chevalets est loin d'avoir la solidité des autres ponts : les pieds d'un chevalet n'appuient pas toujours sur un terrain également ferme; s'ils s'enfoncent inégalement sous le poids des fardeaux qui passent sur le tablier, le chevalet s'incline et s'écrase bientôt. La difficulté de bien asseoir les chevalets lorsque l'eau a plus de 6 pieds de profondeur, rend la solidité du pont bien incertaine sur les rivières profondes. *Guide du Pontonnier*, pag. 178. (*Note du trad.*)

		Longueur.		Largeur.		Epaisseur.	
		pieds.	mèt.	pouc.	mèt.	pouc.	mèt.
Chaque chevalet est formé de (1)	1 Chapeau . . .	16	5.18	8	0.22	8	0.22
	6 Jambes, pieds ou montans .	Selon la profondeur de la rivière . . .		$4\frac{1}{2}$	0.12	$4\frac{1}{2}$	0.12
	7 traverses unies aux montans.	Selon la hauteur des chevalets.		. . .	. . .	. . .	. . .
	Poutrelles	12	3.89	$4\frac{1}{2}$	0.12	$4\frac{1}{2}$	0.12
	Madriers.	12	3.89	12	0.32	2	0.55

(1) Le chevalet représenté par la fig. 1, pl. 11, n'est point du tout conforme à celui qui est décrit dans l'Aide-Mémoire; ce dernier, ainsi que tous ceux dont on fait ordinairement usage dans l'armée française pour l'établissement des ponts en campagne, n'a que quatre montans (deux à chacune des extrémités du chapeau), et deux traverses pour réunir ces montans à 50 centimètres à peu près au-dessus de leurs pieds: ces traverses doivent dépasser les montans de 12 à 15 centimètres.

Le volume d'un chevalet pareil à ceux dont nous parlons, est de 37 centièmes de mètre cube, en supposant 2 mètres seulement de hauteur aux montans; son poids serait de 196 kilogrammes, à peu près, s'il était fait de peuplier bien sec.

Il importe beaucoup que les chevalets de hauteurs différentes soient tous semblables, c'est-à-dire que leurs montans soient également inclinés, parce qu'alors les assemblages de ces montans dans les chapeaux peuvent être les mêmes pour tous les chevalets d'un équipage, ce qui rend ceux-ci plus faciles à monter, et permet d'assembler indifféremment un chapeau avec quatre montans quelconques. Pour remplir cette condition, M[r] le capitaine Drieu propose de construire les chevalets de la manière suivante : « Les faces intérieures des » montans concourraient au milieu du dessus du chapeau, et

Construction du pont. Etablissez le premier chevalet à 3.m20 du bord de la rivière, perpendiculairement à la direction que doit avoir le pont; posez les poutrelles à 40 centimètres d'intervalle (1), une de leurs extrémités portant sur un madrier placé sur le terrain, et l'autre sur le chapeau du chevalet; recouvrez ensuite ces pou-

---

» l'écartement des montans à la base, pris entre ces mon-
» tans, serait égal à la moitié de la hauteur des chevalets. »

Indépendamment de l'inclinaison des jambes dans le sens perpendiculaire au chapeau, on leur donne encore quelquefois une inclinaison suivant la longueur de ce chapeau; cette inclinaison est du dixième de la hauteur des chevalets.

Les entailles des chapeaux pour recevoir les montans ont 4 ou 5 centimètres de profondeur, et celles des montans pour recevoir les traverses 2 centimètres seulement : quelquefois on fait ces entailles à queue d'hironde; mais les assemblages rectangulaires sont plus expéditifs et plus commodes pour les chevalets qui doivent se démonter. Pour maintenir les montans dans les chapeaux, on se sert de chevilles en chêne de 3 à 4 centimètres d'épaisseur; il y en a deux par chapeau. Chaque traverse est également maintenue par 2 chevilles de 2 centimètres de grosseur. Toutes ces chevilles doivent être coniques et saillantes, pour qu'on puisse les retirer et démonter les chevalets à volonté : on les remplace avec avantage par des boulons en fer. (Consultez, pour plus de détails, l'*Aide-Mémoire*, page 430 et suiv., et le *Guide du Pontonnier*, pag. 179 et suiv.)

(1) Il faut, pour chaque travée, sept poutrelles de dimensions égales à celles qui sont indiquées à la page précédente. Leurs extrémités doivent dépasser d'un décimètre au moins les chapeaux des chevalets. (*Notes du trad.*)



trelles de dix madriers, et vous aurez terminé le tablier de la première travée.

Si la rivière est trop profonde pour qu'on puisse poser le second chevalet à la main, il faut prendre deux poutrelles *a b* (*fig.* 2, *pl.* 11), dont une des extrémités portera sur le chapeau du premier chevalet, et dont l'autre viendra toucher le fond de la rivière au milieu, à peu près, de l'emplacement que doit occuper le second chevalet. Ces deux poutrelles, qui seront à la distance de 20 à 25 décimètres, formeront, comme l'indique la figure, une espèce de plan incliné sur lequel vous ferez glisser le second chevalet, en le dirigeant avec des amarres attachées au chapeau et aux montans, jusqu'à ce que deux de ses pieds touchent le sol; poussez alors ce chevalet avec des crocs à pointe pour le relever et le mettre debout sur ses quatre pieds, puis, à l'aide des crocs et des amarres, établissez-le bien parallèlement au premier et à la distance de 10 pieds (3.^{m}20). Le second chevalet placé, retirez les pièces de bois *a b* et les cordages qui ont servi à le poser; mettez les poutrelles de la seconde travée, que vous jumellerez toutes aux poutrelles précédentes, et qui seront fixées aux chevalets avec des clameaux en fer; recouvrez ensuite la seconde travée de ses madriers, et continuez de cette manière jusqu'à l'autre bord.

« La manœuvre que détaille ici l'auteur anglais pour la pose des chevalets, est exactement la

même que celle qui est indiquée page 1213 de l'*Aide-Mémoire* : elle est assez délicate, et présente plusieurs difficultés lorsque la hauteur de l'eau est un peu considérable, et surtout lorsque le fond de la rivière est très-inégal.

Mr Répécaud, chef de bataillon du génie, a imaginé d'employer à la pose des chevalets un petit radeau, qui a pour objet de mettre, sans tâtonnement et sans peine, chacun de ces chevalets à leur place. Il suffit de donner au radeau 6 à 7 mètres (18 à 20 pieds) de long, sur 1.m50 (4 à 5 pieds) de large. Il doit être capable de porter 5 ou 600 kilogrammes au-dessus de l'eau, car il faut qu'on puisse y placer quatre ou cinq hommes pour la manœuvre, et, indépendamment du poids de ces hommes, le radeau supporte encore une bonne partie du poids des chevalets.

Dans le cas où, arrivant sur le bord d'une rivière avec un équipage de pont de chevalets, on ne trouverait pas à proximité du lieu choisi pour effectuer le passage, des bois propres à la construction du radeau, on pourrait le composer avec les pièces des dernières travées : peu d'instans suffisent à sa confection.

Le radeau porte deux fourches ou crémaillères, formées chacune de deux montans verticaux de 20 centimètres de largeur sur 15 centimètres d'épaisseur, espacés de 20 centimètres et assemblés dans la pièce de bois du milieu du radeau : ces montans, qui ont 1.m30 d'élévation, sont percés de

cinq à six trous pour recevoir une broche ou un boulon que l'on peut placer à différentes hauteurs : la distance entre les deux fourches dépend de la longueur des chapeaux des chevalets ; elle est toujours de 6 ou 8 décimètres plus petite que cette longueur, mais en même temps toujours un peu plus grande que l'intervalle qui existe entre les deux paires de jambes des chevalets.

L'objet principal du radeau est de permettre de sonder la rivière à l'emplacement de chaque chevalet, et même de chaque pied de chevalet, ce qui procure le grand avantage de pouvoir d'avance couper les montans à la longueur convenable, et dispense par conséquent de tous tâtonnemens ou fausses manœuvres (1).

---

(1) Mr le capitaine Drieu propose (*Guide du Pontonnier*, page 183) de se servir d'une nacelle pour faciliter la pose des chevalets; cette nacelle remplirait, à peu près, le même objet que le radeau de Mr le commandant Répécaud, mais elle serait d'un transport embarrassant dans beaucoup de cas, et sa construction demanderait un temps et des moyens dont on ne peut presque jamais disposer dans les opérations qui font recourir aux ponts de chevalets.

Mr Drieu propose de prendre, à défaut de nacelle, et lorsque d'ailleurs le pont doit être jeté sur une rivière profonde, deux poutrelles d'une longueur double environ des poutrelles du pont (si on ne peut se les procurer, on jumelle des poutrelles ordinaires) : « On fait avancer ces longues poutrelles sur le tablier jusqu'à 3 pieds au-delà de la dernière travée, et sur leurs extrémités on pose le chevalet, les pieds pendans. On lie fortement le chapeau aux poutrelles qui le supportent,

Si la rivière est rapide, on dirige le radeau et on l'arrête aux différens emplacemens qu'il doit occuper, au moyen d'une cinquenelle tendue d'une rive à l'autre. Pour établir le premier chevalet, on se sert de deux longuerines de cinq à six mètres de longueur et de 15 à 16 centimètres d'équarrissage, qui portent, d'un bout, sur le bord de la rivière, et de l'autre sur les boulons qui traversent les fourches du radeau : sur ces longuerines on pose le premier chevalet, qui se trouve ainsi supporté par les extrémités de son chapeau ; puis avec des gaffes et des cordes on amène ce chevalet à la place qu'il doit occuper. On pose ensuite les poutrelles du tablier, et le radeau facilite encore cette opération, attendu qu'on peut faire glisser les poutrelles sur la face supérieure des longuerines, pour les amener ensuite sur le chapeau du premier chevalet. Celui-ci étant placé, on établit le radeau à une autre station,

---

puis, pour mettre le chevalet au large, on pousse ces poutrelles en appuyant dessus pour empêcher que le poids du chevalet ne leur fasse faire la bascule. Quand le chevalet est à la distance convenable, on cesse d'appuyer sur les poutrelles, et il tombe d'aplomb sur ses pieds. Si le chevalet est mal placé, on pèse de nouveau sur les poutrelles, etc. »

Cette manœuvre serait bien difficile à exécuter avec des chevalets un peu lourds ; elle ne permet pas d'ailleurs de sonder d'avance la profondeur de la rivière et la nature du lit à l'emplacement de chaque pied : sous tous ces rapports, la manœuvre avec le radeau est bien préférable.

et l'on pose sur le chapeau du premier chevalet l'extrémité des longuerines qui portait auparavant sur le bord de la rivière. On amène le second chevalet, on le fait glisser sur les longuerines, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le pont soit terminé.

Pour faciliter la manœuvre, et empêcher que le radeau ne se rapproche ou ne s'éloigne du dernier chevalet placé, on pratique, près des extrémités de chaque longuerine, des trous dans lesquels on passe des boulons verticaux qui appuient, d'une part, contre le chapeau de ce dernier chevalet, et de l'autre contre les broches qui traversent les fourches du radeau. Ces broches, comme nous avons déjà dit, peuvent se placer à différentes hauteurs selon l'élévation qu'il convient de donner aux chapeaux des chevalets au-dessus de la surface de l'eau.

Nous omettons plusieurs détails faciles à imaginer : nous ajouterons seulement que dans les travaux d'école du troisième régiment du génie, on a, depuis plusieurs années déjà, fait usage du radeau pour l'établissement des ponts de chevalets. Un pont de treize travées a été jeté à la fin de 1820, à Metz, sur un bras de la Moselle, en moins d'une heure et quart, ce qui ne fait que six minutes par chevalet.

La profondeur de la rivière était de deux à trois mètres. La distance entre les chapeaux était de 3.^{m}70, de milieu en milieu; ils avaient 4.^{m}50

de longueur. Les jambes des chevalets étaient réunies par quatre traverses, deux en amont et deux en aval, assemblées au tiers de l'épaisseur des bois, et retenues par des coins ou clefs. Deux tringles en bois formant la croix de St. André, reliaient aussi les jambes deux à deux dans le sens de la longueur du chapeau.

Toutes les pièces des chevalets pouvaient se démonter et se remonter à volonté. Pour rendre cette opération plus facile, on n'avait point employé les assemblages à queue d'hironde, qui sont cependant préférables pour des chevalets qui ne doivent pas être démontés. Toutes les entailles étaient rectangulaires, et les jambes, ainsi que les traverses, étaient maintenues par des boulons de fer.» (*Extrait d'un rapport sur les travaux exécutés aux écoles régimentaires du génie*). (Le traduct.)

Si le courant de la rivière est un peu fort, il faut tendre deux cinquenelles d'un bord à l'autre, les placer de chaque côté du pont, et autant que possible, dans le plan du tablier ; à mesure qu'on pose les chevalets, on les amarre aux cinquenelles, et ce procédé facilite beaucoup la construction du pont. Mais si le courant est très-rapide, on éprouve beaucoup de peine à maintenir les chevalets à leur place, particulièrement lorsqu'ils ne sont pas encore chargés du poids du tablier, et l'on ne peut guère y parvenir qu'en les amarrant à des pilots, ou bien

en les chargeant d'une masse de pierres assez lourde pour leur donner une grande stabilité.

On eut recours à plusieurs expédiens de ce genre pour assurer contre les crues le pont de chevalets établi sur l'Agueda par le colonel Sturgeon, peu de temps avant le siége de Ciudad-Rodrigo (1). Ce pont, construit au gué de Marialva, avait 396 pieds anglais (120.^{m}) de longueur: pour opposer moins d'obstacle au courant, on employa seulement dix-huit piles ou chevalets, ce qui porta la longueur des travées à 22 pieds (6.^{m}70). Les chevalets avaient été construits de manière à pouvoir être chargés d'une masse considérable de pierres bien arrangées entre leurs pieds, et maintenues par de fortes claies, qui étaient assez peu serrées, cependant, pour que l'eau pût librement passer au travers. On avait en outre battu, en amont du pont, des pilots auxquels les chevalets étaient amarrés (2).

Nous terminerons ce qui concerne les ponts de

---

(1) Au mois de janvier 1812.

(2) On peut, pour maintenir un chevalet contre le courant, se servir d'une pièce de bois faisant l'office d'arc-boutant. Cette pièce, à laquelle on donne 14 à 15 pieds (5 mètres) de longueur, sur 7 à 8 pouces (0.^{m}20) d'équarrissage, est à fourche et embrasse la tête du chevalet, autour de laquelle elle peut tourner dans un plan vertical, au moyen d'un boulon horizontal qui traverse la tête et la fourche. A son autre extrémité l'arc-boutant est armé d'une pince en fer de la



chevalets, en rapportant quelques détails sur la réparation du pont de Dresde, en 1813; ils ser-

---

figure du ciseau de menuisier, qu'on appelle *bec-d'âne* (Voy. *Aide-Mémoire*, pag. 1211.)

Pour n'avoir pas eu recours à quelque procédé de ce genre, ou de la nature de ceux dont il est parlé plus haut, on éprouva toute espèce de difficultés à jeter un pont de chevalet sur la Sprée, pour le passage du 5ᵉ corps de l'armée française, le 20 mai 1813.

L'emplacement de ce pont avait été choisi au confluent de deux bras. La profondeur de la rivière était de 25 à 30 décimètres : cette grande hauteur d'eau, la rapidité du courant et surtout son irrégularité, rendirent la pose des chevalets très-pénible. Les sapeurs du génie les conduisaient à la nage, puis des deux côtés de la rivière on les maintenait avec des cordes, jusqu'à ce que le poids des poutrelles et des madriers les mît en état de résister au courant. La difficulté de poser les chevalets précisément où l'on voulait, et l'impossibilité de sonder d'avance la rivière à l'emplacement de chacun d'eux, occasionèrent beaucoup d'irrégularité dans le tablier du pont; la surface en était gauche, et le passage des voitures incommode et dangereux. Le pont ne put être terminé que beaucoup plus tard qu'on n'avait pensé, et rendit très-peu de service : avant qu'il fût achevé, presque tout le 5ᵉ corps avait passé à gué.

Si le fond de la rivière est limoneux, il faut, pour empêcher les chevalets de s'enfoncer, former avec des planches des semelles en double T, qui unissent les pieds de ces chevalets. Si ces semelles sont insuffisantes pour les soutenir sur la vase, ou que l'on craigne l'affouillement des eaux, soutenez le chapeau des chevalets par des piquets sabotés et à mentonnet, qu'on plantera tout contre, jusqu'à ce que le dessous du chapeau s'appuie sur le mentonnet; liez ensuite le chevalet

viront à faire voir de quelle utilité sont les chevalets à grandes dimensions, et le parti qu'on peut en tirer dans beaucoup de circonstances, principalement pour rétablir la communication par-dessus des arches rompues. (Le traduct.)

Le prince d'Eckmühl, en abandonnant la rive droite de l'Elbe, fit sauter deux arches du grand pont qui réunit la ville de Dresde à la Neustadt : les débris tombés dans ce fleuve, le comblèrent sur toute la largeur des deux arches, et formèrent une espèce de digue fort irrégulière, abaissée de 7 à 8 mètres au-dessous de la chaussée du pont.

Immédiatement après leur entrée à Dresde, les Russes s'occupèrent de rétablir la communication que les Français avaient détruite. Ils commencèrent par aplanir la digue dont nous venons de parler, et ajoutèrent à sa solidité en lui faisant, en amont et en aval, un revêtement à grand talus avec les plus grosses pierres des démolitions. Ils construisirent ensuite, d'un bord à l'autre de la coupure, un pont de

aux piquets, pour qu'ils ne puissent pas se séparer. Au lieu de l'épaulement ou du mentonnet qui affaiblit la tête des piquets et fait qu'elle se brise sous le mouton ou la masse, il est préférable de percer cette tête d'un trou capable de recevoir aisément un bout de corde qu'on fait passer sous le chapeau du chevalet, et qu'on brêle en-dessus. (Extrait de l'*Aide-Mémoire*, pag. 1210 et 1214.) (*Notes du trad.*)

bois, dont les supports étaient composés de pièces verticales assemblées par leur pied dans des semelles, surmontées de chapeaux, et reliées par des moises. Pour augmenter la force des longerons, on les réunit aux pièces verticales ou supports, par des liens inclinés. Cette construction, exécutée sur une longueur de 50 à 60 mètres, exigea une quantité de bois prodigieuse, et dura plus de quinze jours; les travaux furent dirigés par un architecte de la ville.

Après la bataille de Lutzen, les Russes brûlèrent ce pont derrière eux, et continuèrent à occuper la Neustadt pendant quelques jours encore, tandis que les Français étaient déjà établis dans la ville de Dresde.

Napoléon, sans attendre que les équipages de ponts fussent arrivés, donna de suite l'ordre de jeter un pont de radeaux pour le passage de l'armée au-dessous de Dresde, et voulut qu'on s'occupât en même temps de la réparation du pont qui avait été brûlé par l'ennemi.

Pour accélérer cette dernière opération, un des officiers qui en étaient chargés proposa de construire le pont sur chevalets, soit en donnant à ceux-ci toute la hauteur de la chaussée au-dessus de la digue, soit en se servant de deux rangs de chevalets de 3 mètres et demi à 4 mètres de hauteur, placés l'un au-dessus de l'autre. Cet avis fut rejeté : les deux rangs de chevalets semblaient pro-

mettre peu de solidité (1), et les grands chevalets de 8 mètres de hauteur paraissaient trop difficiles à faire, et surtout à placer. On s'arrêta en conséquence à l'idée de rétablir le pont d'après le mode de construction suivi par les Russes, et l'on envoya chercher l'architecte qui avait dirigé le travail, pour avoir de lui les renseignemens nécessaires.

Cependant le pont de radeaux n'ayant point complètement réussi, et les Russes ayant évacué la Neustadt, toute l'attention de Napoléon se porta bientôt sur la réparation du grand pont de Dresde. Il se fit expliquer le travail qu'on entreprenait, et ayant connaissance du temps que les Russes avaient employé pour l'établissement de leur pont, déclara que ce genre de construction n'était point convenable en pareille circonstance; qu'il fallait que toute l'armée passât l'Elbe le lendemain, et que le moyen qui lui paraissait le plus expéditif, était de se servir de grands chevalets : il en fit de suite commencer un sous ses yeux, et se retira pour donner les ordres qui pouvaient hâter l'exécution de l'entreprise. Il était alors une heure de l'après-midi. Bientôt les moyens les plus puissans furent

(1) Un pont sur plusieurs rangs de chevalets, établi par l'armée française en Espagne, pendant la dernière guerre, coûta beaucoup de peine et rendit peu de services; il manquait de stabilité, et fut emporté à la première crue.



réunis pour cette opération, et en un instant dix ou douze chevalets furent terminés : ils étaient très-simples, et avaient en tout la forme qu'on leur donne ordinairement. On conduisit le premier sur le pont au bord de la coupure, puis on le fit descendre sur la digue, en le dirigeant avec des cordes : on le dressa ensuite en le tirant d'un côté avec des amarres et le poussant de l'autre avec des solives, et l'on parvint ainsi à l'établir à la distance convenable du bord de la coupure. Comme la digue n'était point parfaitement plane, et que la longueur des jambes du chevalet n'avait pu être déterminée qu'approximativement, on rectifia cette longueur sur place, en soulevant le chevalet au moyen de ses traverses, et recoupant à la scie les jambes qui étaient trop longues.

Le premier chevalet posé, on en cala les pieds bien solidement; puis on jeta, du bord de la coupure sur le chapeau, cinq longerons recouverts ensuite de deux rangs de madriers, ce qui compléta le tablier de la première travée. On put alors s'occuper de la pose du second chevalet, et l'on agit, à l'égard de celui-ci, absolument comme pour le premier auquel on le réunit aussi par cinq longerons et un double rang de madriers. On continua, de cette manière, jusqu'à l'autre bord de la coupure, et avant cinq heures du matin l'artillerie put franchir les deux arches rompues.

Cette réparation, qui fut exécutée par les troupes du génie n'exigea, comme on voit, que seize heures de travail, parmi lesquelles il y eut plus de sept heures de nuit. Il est à remarquer, en outre, qu'à l'exception des madriers que l'on trouva en quantité suffisante dans les chantiers de la ville, tous les autres bois étaient en grume.

Cependant, la grande hauteur du pont le rendait vacillant, quoiqu'on eût pris la précaution de donner beaucoup d'écartement aux pieds des chevalets. On remédia bientôt à cet inconvénient, en ajoutant à chaque extrémité des chapeaux un troisième pied en manière d'arc-boutant, que l'on assujettit le mieux possible dans les pierres du massif de la digue. Enfin, comme la portée des chapeaux et leur espacement étaient considérables (1), et que le pont devait être chargé de très-lourds fardeaux, on plaça encore une chandelle sous le milieu de chaque chevalet. Le tablier du pont fut ensuite garni de lisses d'appui à droite et à gauche; et cette construction, qui d'abord ne devait être que provisoire, se montra d'une solidité inébranlable, et servit au passage continuel de l'armée française pendant tout le reste de la campagne. Nous ajou-

(1) Nous croyons, autant que la mémoire peut nous servir dans cette circonstance, que la longueur des chapeaux était de 4 à 5 mètres, et que la distance de l'un à l'autre était de 4 mètres et demi à 5 mètres.

terons qu'il n'y eut pour tout le pont d'autres assemblages que ceux des pieds des chevalets avec les chapeaux et les traverses, et que toutes les autres pièces de bois n'étaient liées entre elles que par des clameaux de fer.

La digue formée par les débris des arches, s'élevant au-dessus du niveau du fleuve, favorisa beaucoup le rétablissement de la communication; mais on aurait pu se servir encore de chevalets lors même que l'espace à franchir aurait été couvert d'eau, seulement le travail eût coûté un peu plus de temps et de peine. En pareil cas, lorsque la hauteur de l'eau n'est pas grande, mais que le fond manque de solidité, on peut établir les chevalets sur des bateaux coulés. Si la profondeur de la rivière est considérable, on fait porter les chevalets sur de grands bateaux amarrés bien solidement dans la direction du courant, et retenus par des cordes aux piles restantes. Lorsque l'ouverture d'une arche rompue permet d'exécuter une opération de ce genre avec un seul chevalet, on établit sur le chapeau de celui-ci une large pièce de bois, sur laquelle portent les longerons, dont les extrémités ne doivent pas dépasser le milieu du chapeau. La hauteur du chevalet doit être calculée de manière que le tablier du pont soit horizontal lorsque le fardeau est arrivé au-dessus du chevalet, et que son poids a fait baisser le bateau. Il est bon aussi que ce dernier soit assez grand pour que l'oscil-

lation de la portion du pont qu'il supporte n'excède pas 3 à 4 décimètres (1).

Ponts de pilotis.

Il est souvent nécessaire d'avoir recours à cette espèce de ponts pour le passage des rivières rapides et torrentueuses sur lesquelles il serait difficile et quelquefois même tout-à-fait impossible, pendant la saison des pluies, de maintenir des ponts de bateaux ou de radeaux (2). Les pilots ou pilotis peuvent aussi servir à établir des communications sur les rivières où il n'y a pas assez d'eau pour qu'on puisse faire usage de ponts flottans, et dont le fond vaseux ne permet pas non plus d'employer des ponts roulans ou des chevalets. Enfin, on peut encore avoir besoin de battre des pilots, soit pour compléter un pont de bateaux

(1) Voyez l'*Instruction ministérielle sur la manière de rétablir les ponts*, mai 1815.

(2) On construisit, du 12 juin au 15 juillet 1708, un pont de pilotis sur le Var, rivière sujette à des crues subites pendant l'automne. Ce pont, qui avait été établi à une lieue de Nice, et dont la longueur était de 1,300 mètres, fut emporté au mois de septembre de la même année. En 1744 et 1792 on construisit encore des ponts de pilotis sur cette rivière. (*Voyez*, pour plus de détails, l'*Aide-Mémoire*, pag. 1232.)

Le célèbre pont que César fit jeter sur le Rhin, était supporté par des pilotis.

et joindre une rive dont les abords sont bas et marécageux (1), soit pour former l'embarcadère d'un bac ou d'un pont volant (2).

Les pilots sont d'une grande utilité pour établir des éperons ou brise-glaces, qui ont pour objet de rompre la violence du courant et de détourner tous les corps flottans lancés à dessein ou par accident, et dont le choc pourrait endommager les ponts (3). Lorsqu'on veut employer des pilots comme nous l'indiquons ici, il faut, en amont de chaque bateau, radeau ou palée, planter trois pilots en tiers-point, la pointe tournée en avant. On réunit ensuite ces pilots par de fortes pièces de bois qui vont de l'un à l'autre, et qui sont placées près de la surface de l'eau: on peut aussi coffrer le tout, et former ainsi une espèce d'avant-bec. Pour battre les pilots dont nous venons de parler, on met les sonnettes sur des bateaux ou des radeaux, à moins qu'on ne puisse établir une plate-forme sur des chevalets (4).

On n'entreprend guère de construire des ponts de pilotis, que pour établir des communications sûres et permanentes sur les derrières des ar-

(1) Section Ire, pag. 64.

(2) Section IV, pag. 152.

(3) Section II, pag. 66, et section IV, pag. 190.

(4) Les bateaux sont préférables, et toutes les fois qu'on pourra s'en procurer, le travail ira beaucoup plus vite. (*Note du trad.*)

mées (1), et, en pareil cas, cette opération s'exécute à peu près à loisir, et toujours avec des moyens réguliers. Des constructions de ce genre ne font pas partie de l'objet que nous nous sommes proposé de traiter. Nous devons nous borner ici à parler de ce qui concerne plus particulièrement les communications établies à la hâte, et dont la durée ne doit être que momentanée; nous allons, en conséquence, indiquer ce qu'il nous paraît convenable de faire, et les expédiens auxquels on peut avoir recours lorsqu'on se trouve dépourvu de meilleurs moyens, et qu'on ne peut disposer que d'un temps très-limité.

La première chose dont il faut s'occuper, c'est de la machine à battre les pilots : il est généralement beaucoup plus difficile de se procurer un bloc de bois bien sain et bien lourd pour en faire un *mouton*, que de trouver les pièces de 4 à 5 pouces (10 à 13 centimètres) d'équarrissage nécessaires pour la charpente de la sonnette.

Un obus de 8 pouces, rempli de plomb coulé dans l'intérieur, formera, en cas de besoin, un excellent mouton.

	pouc. lig.	mèt.
Son diamètre est de.........	8 1	0.219
Retranchant le double de l'épaisseur du métal, c'est-à-dire..	2 0	0.054
Il reste pour le diamètre intérieur	6 1	0.165

(1) Quelquefois aussi pour remplacer les équipages de pontons ou de bateaux qui deviennent alors disponibles. (*N. du tr.*)

Le volume d'une balle de plomb de ce diamètre sera de 117.$^{po.3}$645 (o.$^{m.3}$002348)

	liv.	kil.
Et son poids de............	54.36	26.65
Si nous y ajoutons le poids de l'obus ou..................	42	20.53
Nous aurons pour le poids total de l'obus rempli de plomb....	liv. 96.36	kil. 47.18

Supposons que la sonnette ait 15 ou 16 pieds (5 mètres) d'élévation : lorsqu'on commencera à battre un pilot, l'espace parcouru par le mouton dans sa chute sera d'abord très-petit ; mais la hauteur de laquelle tombe ce mouton augmentant à mesure que le pilot s'enfonce, la quantité de mouvement acquise finira par être assez considérable pour que, mettant les palées à peu de distance l'une de l'autre, et les formant de trois ou quatre pilots battus jusqu'à ce qu'ils ne s'enfoncent plus ou presque plus, ces palées soient capables de supporter le poids d'une colonne quelconque de troupes défilant sur le tablier du pont.

La chute de l'obus s'opère au moyen de la détente ou du déclic A (*fig.* 3, *pl.* 11) (1), qui ve-

(1) Ce déclic complique un peu la machine, mais il est cependant indispensable : on a remarqué que lorsqu'on ne se sert pas de déclic, et que le mouton est simplement abandonné par les hommes qui l'ont élevé au sommet de la sonnette, ces hommes ne lâchent pas tous en même temps et résistent toujours plus ou moins à la chute du mouton ; cette

nant à frapper le dessus de la sonnette (*voyez* figures 3, 4 et 5), fait sortir le crochet D d'un anneau fixé à l'œil de l'obus au moyen du plomb coulé dans l'intérieur de celui-ci. L'obus est dirigé dans son mouvement par trois montans A, B, C (*fig.* 6): dans sa chute il entraîne avec lui une pièce de bois triangulaire G (*fig.* 3, 4 et 5), placée entre les trois montans A, B, C, et fixée à l'anneau de l'œil pour maintenir cet anneau exactement au centre de l'intervalle compris entre les montans. Il suit de cette disposition que toutes les fois que la pièce de bois E F (*fig.* 3), à laquelle on attache la détente avec son crochet et la corde K, vient à retomber sur l'obus, le crochet D rencontre l'anneau et peut le saisir. Les trois montans A, B, C (*fig.* 6), sont placés de manière que le point de contact de l'obus avec le premier A soit au milieu de la face intérieure de celui-ci, et que pour

---

résistance, jointe au frottement de la corde sur la poulie, diminue de beaucoup la force avec laquelle les pilots sont frappés, ce qui serait d'autant plus nuisible dans ce cas-ci, que le mouton est peu lourd et ne parcourt qu'un petit espace. Lors de l'expédition des Anglais dans l'île de Walcheren (*voyez* pag. 180), on éprouva beaucoup de peine à se procurer un bloc de bois pour battre quelques pilots et faire des jetées : l'auteur imagina alors la sonnette et le mouton dont il donne la description; et l'on allait utiliser cette invention lorsqu'on trouva enfin un morceau de bois assez lourd pour servir de mouton. Depuis, on a fait plusieurs essais avec un obus de 8 pouces rempli de plomb, et ils ont été satisfaisans. (*Note du trad.*)

les montans B et C les points de contact avec l'obus soient aux extrémités de leur face intérieure, ou, ce qui est la même chose, sur une arête : les trois points de contact doivent, en outre, former un triangle équilatéral. Le but de cette disposition est de pouvoir placer entre les montans un pilot d'une grosseur suffisante.

Avec une obus de 8 pouces, l'intervalle entre les pièces A, B, C, permettra de planter des pilots de 6 pouces sur 7 (0.m16 sur 0.m19). En se servant d'une bombe de 10 ou de 12 pouces, on pourrait battre des pilots capables de résister à tous les fardeaux dont un pont peut être chargé.

Pour faire usage de la sonnette, il faut commencer par établir une plate-forme ou un échafaudage, dont on se servira pour enfoncer les pilots des travées, et pour battre ensuite tous ceux qu'il pourra être nécessaire de planter après que le tablier du pont sera terminé.

Supposons que les palées doivent être formées de trois pilots, et que l'intervalle de l'une à l'autre soit de 5 pieds angl. (1.m50) (1), préparez un

---

(1) Nous rappelons que l'auteur ne s'occupe ici que de ponts provisoires jetés sur de très-petites rivières peu rapides et peu profondes : en pareil cas, on pourrait se contenter de deux pilots par palée. La distance de 1.m50 entre les files de pilots suppose que le pont ne sera point exposé au choc des bois ou des autres corps flottans. Sur les rivières rapides et sujettes à des crues, les palées ne doivent jamais être à moins

cadre A D (*pl.* 11, *fig.* 7) auquel vous ajouterez deux madriers E F, cloués obliquement près des pointes C, et disposés de façon que l'extrémité du cadre étant portée à 1.m50 en avant, au fond de la rivière, la surface plane E F repose sur le sol et empêche le cadre de s'abaisser. Sur ce cadre ainsi placé, faites glisser un second cadre G K, jusqu'à ce qu'il porte sur la pièce X du premier : dressez alors G K (1) qui entraînera avec lui les longerons P Q, sur lesquels on établit la plate-forme destinée à porter la sonnette. Il faut commencer par placer des poids sur les longerons P Q pour les éprouver, relevant ces longerons, si les cadres s'enfoncent, et renouvelant les épreuves jusqu'à ce qu'on soit assuré qu'ils pourront supporter le poids de la sonnette. Maintenez alors le cadre vertical avec de fortes cordes; posez la sonnette sur la plateforme, et battez le premier rang de pilots. Cette opération terminée, enlevez la sonnette; établissez le tablier du pont jusqu'à la première palée (2);

---

de 3 ou 4 mètres; il convient même de les espacer de 6 mètres et davantage, si l'on peut se procurer des longerons de grandeur et de force suffisantes; mais de pareilles constructions ne regardent plus des passages faits à la hâte.

(1) La traverse O qui termine le cadre G K est arrondie comme l'indique la figure 7, afin de pouvoir tourner sur la traverse X, et de rendre le cadre G K moins difficile à dresser. (*Notes du trad.*)

(2) Les pilots enfoncés, on fait les tenons de leur tête et



reportez la plate-forme en avant, et continuez de cette manière jusqu'à l'autre bord. Si la hauteur de l'eau était trop grande, ou le fond trop vaseux pour qu'on pût agir ainsi, il faudrait placer la sonnette sur des bateaux.

Lorsque le terrain sur lequel coule la rivière est très-mauvais, et que sa résistance n'augmente pas rapidement à mesure qu'on s'approfondit, on a besoin de pilots d'une longueur considérable; mais, comme il peut être difficile de se les procurer, et plus difficile encore de les battre avec de petites sonnettes, à cause du peu d'espace qui reste pour la chute du mouton au commencement de l'opération, on fera bien, toutes les fois que de pareilles circonstances se présenteront, d'armer chacun des pilots d'une espèce de petit cadre AB (*fig.* 8 *pl.* 11), que l'on éloignera assez de la pointe pour que les pilots puissent s'enfoncer de la longueur nécessaire. Par ce moyen, la charge se trouvera répartie sur une plus grande surface, et cette ressource sera suffisante pour des ponts qui ne doivent subsister que pendant un certain temps; mais, pour des communications permanentes, il faudrait

---

les mortaises du chapeau. Si le pont doit être de peu de durée (*comme ceux dont nous nous occupons ici*), on ne forme point de tenons, et on se contente d'unir le chapeau par des crampons ou des clameaux, ou des broches de fer. *Aide-Mémoire*, pag. 1231. (*Note du trad.*)

avoir recours à des procédés d'un autre genre, attendu que le peu de consistance du sol le faisant céder à l'action du courant, les pilots s'enfonceraient bientôt sous la charge qui les presse.

Les ponts dont nous nous occupons ici, sont continuellement exposés à des accidens dont il n'est pas toujours facile de les garantir; aussi ne fournissent-ils que des communications tout-à-fait précaires et peu sûres. Les pilots sont souvent déchaussés par le courant (1) qui, dans ce cas, finit bientôt par les renverser entièrement; une crue considérable amène presque infailliblement la destruction des palées; enfin, ces ponts deviennent hors de service toutes les fois que les eaux surmontent leurs tabliers. On remarquera, en outre, qu'ils ne sont point en état de résister au choc des bois charriés par les rivières, et que leur rupture est certaine, à moins qu'on ne puisse tirer ces bois hors du courant, ou les diriger un à un avec des gaffes et des cordes, et les faire passer entre deux palées qu'on espacera convenablement à cet effet : ces palées pourront être réunies par des fermes de charpente, ainsi que nous l'expliquerons tout à l'heure.

(1) Il arrive souvent que les eaux fouillent aux pieds des pilotis, les soulèvent et les emportent; on se garantit de ces affouillemens, quand ils ne sont pas violens, en enveloppant de fascinages le pied des pilotis. *Aide-Mémoire*, page 1231. (*Note du trad.*)



Dans le but de protéger contre le choc des trains de bois le pont construit sur le Var en 1792 (1), on avait planté une file de pilots (2) qui partait de la rive droite, où le courant était le plus rapide, et descendait obliquement vers le milieu. On espérait qu'au moyen de cette disposition, les corps flottans seraient conduits hors du courant, et amenés près d'une double rangée de pilots qui les arrêterait, et permettrait, par conséquent, de les retirer de l'eau. Mais quelques pièces de bois s'étant engagées dans la file de pilots qui venait de la rive droite, formèrent comme un épi, réfléchissant le courant vers le bord opposé. Le fleuve parvint bientôt à creuser son lit du côté de l'autre rive, et menaça la partie du pont pour laquelle on n'avait d'abord aucune crainte; tout à coup les pilots qui retenaient l'épi ayant cédé, les bois arrivèrent en masse contre le pont, et l'entraînèrent avec eux.

Lorsqu'on peut se procurer des pièces de char-

(1) *Voyez*, pour l'historique du pont établi sur le Var en 1792, l'*Aide-Mémoire*, pag. 1231 et 1232. Ce pont fut commencé au mois d'octobre; il était à 400 mètres, à peu près, au-dessous de Saint-Laurent: on l'avait recouvert de gravier.

(2) Il y a erreur dans le texte: on avait planté deux files de pilotis à 4 mètres l'une de l'autre; les pilots de chaque file étaient espacés de 6 mètres, et ceux de la file inférieure correspondaient aux milieux des intervalles des pilots d'amont. (*Notes du trad.*)

pente de bonne qualité, et que la nature de la rivière se prête d'ailleurs à cette disposition, il est avantageux, pour opposer le moins d'obstacle possible au courant, d'espacer les palées d'une quantité beaucoup plus grande que ne le permettraient des bois non assemblés, et, dans ce cas, on réunit les palées par des fermes, comme nous allons l'indiquer ci-après.

On emploie dans l'île de Ceylan, et dans l'Inde, un moyen fort ingénieux pour enfoncer des pilots. Ils sont apportés à bras, ou amenés dans des bateaux ou sur des radeaux, à l'emplacement où l'on doit les planter : cela fait, on attache à chaque pilot quatre cordes qui servent à le maintenir debout, et dont les extrémités sont tenues, chacune, par un ou deux hommes. On imprime alors à la tête du pilot un mouvement de va-et-vient, en tirant successivement les cordes en sens contraire, et par suite de ce mouvement, dont l'effet est de creuser le terrain sous la pointe des pilots, ceux-ci s'enfoncent de plus en plus, et deviennent bientôt assez solides pour porter le tablier d'un pont que l'on peut ensuite charger de fardeaux considérables.

De l'emploi des fermes pour les ponts militaires, et de quelques principes de charpente.

Il arrive souvent que l'espace sur lequel on doit établir un pont, ne présente aucun point d'appui intermédiaire, et que l'intervalle d'un bord à l'autre est cependant beaucoup plus grand que les pièces de bois dont on peut faire usage : en pareil cas, il faut assembler les bois, et ces assemblages forment une partie très-importante du sujet qui nous occupe.

On peut, au moyen de ce qu'on appelle en charpente *une ferme*, composer des poutres d'une longueur considérable, et qui soient susceptibles de résister à de très-grandes charges.

Cet objet est intimement lié à la construction des combles des grands édifices, et à celle des cintres dont on se sert pour les voûtes des ponts en pierre : le principe général consiste, comme on sait, à établir un système de charpente, dans lequel les pièces de bois soient disposées de telle façon que chacune d'elles n'ait à supporter d'autre effort que ceux qui agissent dans le sens de sa longueur.

Pour faire comprendre comment on peut appliquer ce principe aux ponts militaires, il me paraît nécessaire d'indiquer d'abord quelle est la nature des forces qui agissent sur les différentes parties d'une ferme de charpente.

Lorsque deux pièces de bois EB et ED (*fig.* 1 *pl.* 12), supportent une troisième pièce verticale EF, posée sur les premières, il est évident que la pression éprouvée par celles-ci, s'exerce dans le sens de leur longueur. Si nous voulons connaître l'effort qui a lieu sur EB et ED, prolongeons FE, et prenons sur ce prolongement une partie EG pour représenter le poids de la pièce verticale; menons ensuite GH et GI parallèles à EB et ED, et les longueurs EI et EH, représenteront les efforts qui ont lieu sur les pièces inclinées EB et ED.

La pression verticale ou la force EG restant la même, les efforts sur EB et ED, augmenteront à mesure que l'angle BED deviendra plus ouvert. Admettons, en effet, que les pièces EB et ED s'inclinent davantage, et prennent les nouvelles positions Eb et Ed : formons le parallélogramme EmGn, et nous verrons que les forces EI et EH ont augmenté en devenant Em et En.

Les efforts qui ont lieu sur les pièces EB et ED, resteraient les mêmes que précédemment si la pièce EF, au lieu de porter sur le point E, était suspendue à ce point, comme il arrive, par exemple, dans une ferme dont le *poinçon* est attaché aux deux *arbalétriers*.

Ces arbalétriers étant pressés dans le sens de leur longueur par l'effet du poids qui agit sur leur point de rencontre, une partie de cette pression tend à les écarter l'un de l'autre, et à faire

marcher leurs pieds dans deux directions opposées. Pour connaître la force qui sollicite chaque pied, admettons que nous ayons d'abord trouvé, comme précédemment, les efforts qui ont lieu dans le sens de la longueur des pièces AB, AC (*fig.* 2), et prolongeons AB d'une quantité BG que nous supposerons représenter la pression qui agit sur l'arbalétrier AB : menons les droites BI et BH, l'une horizontale et l'autre verticale : la longueur BI représentera la force avec laquelle le pied B est poussé dans la direction BI par le poids AD ; mais le pied C est poussé en sens contraire par une autre force égale à BI ; et pour détruire ces deux forces, il suffit d'une pièce de bois BC que l'on nomme *entrait*, et qui complète ce qu'on appelle une ferme simple.

Dans les combles de bâtimens, un entrait d'un faible équarrissage est suffisant pour détruire les poussées horizontales, c'est-à-dire, pour maintenir les arbalétriers et les empêcher de s'écarter ; mais à l'égard des ponts en charpente auxquels on adapte des fermes, il y a cette distinction importante à faire, que ce sont au contraire les arbalétriers qui ont pour objet de maintenir l'entrait BC (*fig.* 2), et de s'opposer à ce qu'il ploie ou se rompe sous l'effort des fardeaux qui le chargent. Le point D milieu de l'entrait, étant attaché au point A par l'intermédiaire du poinçon AD, les poids dont la pièce BC est chargée, exercent sur le poinçon

un effort qui agit dans le sens de la longueur AD; cet effort, à son tour, produit à chaque pied B et C des arbalétriers, des pressions BI et BH; et la force qui tend à écarter le pied B du point D, est précisément égale, mais de direction opposée, à la force qui tend à écarter le pied C.

Nous voyons donc qu'au moyen d'une ferme, l'effort vertical exercé par les poids qui chargent l'entrait, peut être reporté sur d'autres pièces de bois sur lesquelles il agira dans des proportions et suivant des directions connues: nous voyons par conséquent aussi, qu'on peut combiner plusieurs fermes entre elles, de manière à former un grand système de charpente dans lequel toutes les pièces de bois étant seulement tirées ou pressées dans le sens de leur longueur, se comporteront comme des corps rigides qui auraient les dimensions de tout le système. Supposons, en effet, qu'une seconde ferme DPO soit placée comme l'indique la figure 2; l'effort vertical BH, qui provient du poids AD et agit à l'extrémité B de l'arbalétrier AB, sera supporté par le nouveau poinçon PB, et la pression horizontale BI qui tend à écarter le pied B, sera détruite par une pression égale et opposée BR qui sollicite l'arbalétrier BE d'une troisième ferme BEF.

Ce principe de charpente, dont plusieurs traités ont déjà recommandé l'emploi pour les ponts en

bois, et dont on fait journellement usage dans la construction des combles, des dômes, des cintres de voûtes, etc., a été appliqué d'une manière très-remarquable, par le major By des ingénieurs royaux, à la charpente d'un pont d'une grande longueur dont on peut voir le modèle à l'arsenal de Woolwich: cette application fait beaucoup d'honneur au talent de cet habile officier.

Une pièce de bois que son équarrissage ne permettrait pas d'employer seule, pour établir un pont sur un espace plus large que DB (*fig.* 3), peut, au moyen d'une simple ferme, servir pour un pont d'une longueur DC bien plus considérable que DB. La poutre DC, ou l'entrait de la ferme, est quelquefois d'un seul morceau; quelquefois aussi cet entrait est formé de deux parties assemblées en B. Mais il faut avoir soin de ne point employer de mortaises pour cet assemblage: les deux pièces de bois dont se compose chaque entrait doivent être unies l'une à l'autre et au poinçon, par des bandes de fer maintenues avec des boulons, ou bien elles doivent porter sur une troisième pièce qui remplit à peu près l'office de corbeau, et qu'on fixe aux entraits, comme nous venons de l'indiquer.

Les avantages que l'on peut retirer de l'application des fermes sont vraiment étonnans: une poutre surmontée de deux arbalétriers et d'un poinçon au milieu, peut, en toute sûreté, être chargée de fardeaux dix fois plus lourds

que ceux qu'elle supporterait étant seule (1). Avec des fermes en chêne, faites de pièces de bois dont

---

(1) Ce rapport de 1 à 10 nous paraît exagéré; il n'est point du tout conforme à ce que nous apprend la théorie sur la résistance des bois, théorie basée sur les expériences de Parent, Bélidor, Buffon, etc.

Soient en général b et h la largeur et l'épaisseur d'une pièce de bois équarrie, dont les extrémités reposent librement sur deux points d'appuis situés à même hauteur; soit l la distance entre ces appuis, et P la force totale de la pièce de bois, c'est-à-dire le plus grand poids qu'elle puisse supporter sans se rompre : on sait, qu'entre de certaines limites du moins, les quantités b, h, l et P sont liées entre elles par l'équation $$P = C\frac{bh^2}{l} \quad \ldots\ldots \ (A)$$

dans laquelle C est un coefficient qui varie avec la nature des bois, et que l'on détermine par l'expérience.

Le poids P est supposé appliqué au milieu de la pièce de bois; c'est en effet au milieu que son action est la plus grande et que s'opère la rupture.

Si la pièce, au lieu de reposer librement sur deux points d'appuis, avait ses extrémités encastrées dans de la maçonnerie ou solidement arrêtées par tout autre moyen, cette pièce chargée dans son milieu, se romprait en trois endroits à la fois; savoir, au milieu et aux deux extrémités, et le poids correspondant à la rupture serait représenté par

$$2C\frac{bh^2}{l},$$

c'est-à-dire qu'il serait double du précédent.

Appliquons ces données à une ferme simple CAB (*fig.* 2, *pl.* 12).

Le poinçon AD soutenant l'entrait dans son milieu, la distance entre les points d'appuis se trouve réduite à moitié,

aucune n'ait plus de 6 pouces (16 centimètres) d'équarrissage, on établira un pont de 40 pieds (13 mètres) capable de porter de l'artillerie (1).

---

et comme, d'après l'équation (A), la charge qui fait rompre est en raison inverse de la distance de ces points, chaque demi-entrait CD pourra supporter une charge double de celle qui ferait rompre une poutre de la longueur CB sontenue par ses extrémités seulement.

En second lieu, les pièces AC, AB, CB et AD, composent par leur assemblage une figure dont les dimensions sont invariables, et les points C, D et B, ne peuvent nullement s'élever ou s'abaisser par l'effet de la charge qui repose sur l'entrait CB. Les moitiés de cet entrait se trouvent donc dans le cas d'une poutre dont les extrémités sont solidement encastrées, et par conséquent chaque moitié pourra snpporter un poids double de celui qu'elle supporterait si ses extrémités étaient simplement posées sur deux appnis; mais nous avons déjà vn que les moitiés CD et DB pouvaient résister à une charge double de celle à laquelle résisterait la pièce CB; donc, enfin, la ferme CAB ajoutée à cette pièce, procure à chacune des parties CD et DB une force quadruple de celle de la poutre CB; c'est-à-dire, que pour faire rompre un de ces entraits CD ou DB, il faudrait appliquer à son milieu, un poids quatre fois plus grand que celui, appliqué au point D, ferait rompre la poutre CB non surmontée d'une ferme. Ce rapport, comme on voit, diffère beaucoup de celui qui est indiqué par l'auteur anglais (*Note du trad.*)

(1) Il n'est peut-être pas inutile d'entrer dans quelques développemens au sujet de ce que l'anteur avance ici.

Reprenons l'équation $P = C \frac{bh^2}{l}$ . . . . . (A)

que nous avons posée dans la note précédente, et faisons-en

Lorsque la largeur d'une rivière, l'ouverture d'une arche rompue ou la distance entre deux

---

l'application à un entrait de chêne de 13 mètres de longueur et de 16 centimètres d'équarrissage.

Il résulte de beaucoup d'expériences que le coefficient C est égal à la moitié de la force absolue des bois. (On appelle force absolue, l'effort qu'il faut exercer pour rompre une pièce de bois en la tirant par les deux bouts, selon la longueur de ses fibres.) La force absolue du chêne est, suivant Buffon, de 1,000 kilogrammes environ, pour un barreau d'un centimètre d'équarrissage, ce qui fait 10,000,000 kilogram. pour un mètre carré. Suivant MM[rs] Girard et Navier, cette force ne serait que de 9,500,000 kilogram. par mètre carré. Enfin, d'après M[r] Rondelet, elle ne surpasserait pas 9,250,000 kilogrammes. Si nous adoptons la moyenne entre ces différentes valeurs, c'est-à-dire 9,580,000 kilogram. à peu près, il faudra, dans l'équation (A), faire C égal à 4,790,000 kil.; et comme nous avons d'ailleurs $b = h = 0.16$ et $l = 13$, nous tirerons $P = 1{,}500$ kilogrammes, en nombre rond: c'est-à-dire qu'une poutre de chêne de 13 mètres de long sur 16 centimètres d'équarrissage, dont les extrémités reposeraient librement sur deux points d'appuis, romprait sous le poids de 1,500 kilogrammes appliqué au milieu de sa longueur.

D'après ce que nous avons dit dans la note précédente, la force du demi-entrait CD (*fig.* 2) est quadruple de la force d'une poutre CB non surmontée d'une ferme, par conséquent le poids qui ferait rompre le demi-entrait CD de 6.[m]50 de longueur, serait de 6,000 kilogrammes.

Mais la force absolue que nous avons prise pour le chêne, suppose que les bois sont neufs, parfaitement sains et de bonne qualité; or, ces circonstances ne sont que bien rarement réunies: la prudence, d'ailleurs, oblige, dans toutes les constructions, à ne soumettre les bois qu'à un effort bien

files de pilots, est trop considérable pour qu'on puisse employer des entraits composés de deux

---

inférieur à celui qui les ferait rompre. L'usage, à cet égard, est de charger les poutres du dixième, ou du huitième au plus, du poids qu'elles peuvent supporter, d'après les tables de résistance des bois. Ainsi, pour le cas qui nous occupe, on ne pourrait pas en général, sans s'exposer à des accidens, faire porter à chacun des demi-entraits un poids de plus de 750 kilogrammes.

Supposons un pont formé de deux fermes dont les entraits, placés à 2 mètres et demi ou 3 mètres l'un de l'autre, auraient les dimensions que nous avons indiquées plus haut: chacun des demi-entraits pouvant être chargé d'un poids de 750 kilogrammes, il s'ensuit qu'on pourrait appliquer au milieu de chacune des moitiés du pont un poids de 1,500 kilogrammes. Estimons l'effet que produira sur ce pont le passage d'une pièce de 6 traînée à la prolonge.

Remarquons d'abord qu'en supposant le tablier formé de cinq files de poutrelles de $0.^{m}10$ sur $0.^{m}15$ d'équarrissage, posées sur quelques traverses qui vont d'une ferme à l'autre, et d'un rang de madriers de 3 mètres et demi à 4 mètres de longueur et 5 centimètres d'épaisseur, le tout en bois de sapin bien sec, le poids total du tablier de 13 mètres de long, sera de 1,800 kilogrammes à peu près, ce qui fait 900 kilogrammes pour la moitié; et comme ce poids est réparti uniformément sur toute la longueur du pont, il équivaut à un poids de 450 kilogrammes suspendu au milieu des moitiés de la travée : il reste donc encore 1,050 kilogrammes pour la charge que l'on peut faire supporter à chacune de ces moitiés sans crainte d'accident.

Une pièce de 6, en y comprenant l'affût, mais non l'avant-train, pèse 900 kilogrammes (*note* 3 *de la page* 232), d'où l'on voit qu'on pourrait faire passer cette pièce sur un pont de deux fermes construites avec des bois de 16 centimètres



pièces seulement, comme dans la figure 3, on se sert de fermes pareilles à celles de la figure 4;

---

d'équarrissage; ce pont pourrait même servir au passage des pièces d'un plus fort calibre, si les bois étaient de bonne qualité.

Supposons le tablier chargé d'une colonne d'infanterie de trois hommes de front; en comptant 1 mètre pour la longueur qu'un homme en marche occupe dans le rang, il y aura vingt et un hommes au plus sur chacune des moitiés du pont. Le poids total de ces vingt et un hommes serait de 16 ou 1700 kil., et par la manière dont il est distribué il équivaudrait à un poids de 850 kilogrammes seulement suspendu au milieu de la demi-travée : on voit donc que la colonne d'infanterie produirait sur le pont le même effet, à très-peu près, qu'une pièce de 6.

Dans tout ce qui précède nous avons supposé que les fermes étaient en bois de chêne; il peut être utile de connaître quelle modification il faudrait apporter à nos calculs pour en faire l'application à des fermes de sapin. Nous dirons, à cet égard, que les expériences sur la force de ce bois comparée à celle du chêne sont tout-à-fait contradictoires : d'après quelques-unes, le sapin, chargé dans le sens de la longueur des fibres, pourrait porter beaucoup plus que le chêne, tandis que chargé perpendiculairement aux fibres, il se romprait un peu plus tôt que celui-ci : suivant Mr Rondelet, la différence en plus et en moins ne serait que d'un dixième. Mr Navier pense, au contraire, que quand une pièce de sapin fait fonction d'étai, et qu'elle n'est pas contenue par des moises qui l'empêchent de ployer, sa force ne doit être estimée que les trois quarts de celle du chêne; mais qu'une poutre de sapin exposée à un effort qui agit perpendiculairement à sa longueur, peut être chargée autant qu'une poutre de chêne de même équarrissage. En attendant des données plus précises, nous concluons qu'on

elles sont formées de deux arbalétriers et de deux poinçons réunis à leur sommet par une traverse ou entrait supérieur F. Cette disposition permet de composer l'entrait inférieur de trois pièces assemblées en O et P.

Il est inutile d'entrer ici dans aucun détail concernant la manière d'exécuter les joints, mortaises, tenons ou autres moyens d'assemblage usités dans la construction des fermes: lors même qu'on n'aurait pas à sa disposition un détachement d'artificiers militaires, on trouvera toujours dans une armée des charpentiers suffisamment habiles pour des travaux de ce genre.

Lorsqu'on veut établir un pont de bois par-dessus une arche rompue, il est souvent préférable, au lieu d'employer des fermes comme nous venons de l'indiquer, de soutenir le tablier avec des esselliers ou liens inclinés qui sont engagés dans la maçonnerie des piles (1).

s'écartera très-peu de la vérité, en appliquant les calculs qui précèdent et les conséquences que nous en avons tirées, à un pont formé de deux fermes de sapin qui auraient les dimensions indiquées ci-dessus. (*Note du trad.*)

(1) Il est bien difficile de faire usage de liens inclinés, pour la réparation d'une arche en plein cintre qui n'est ouverte, ainsi que cela a lieu quelquefois, que sur une petite longueur près de la clef; en pareil cas, si l'ouverture est cependant trop grande encore relativement à la force des bois dont on peut disposer, ou si les parties restantes de l'arche sont lézardées dans leur extrémité supérieure et ne présentent pas assez de solidité pour y établir des poutres, il faut se

Si l'ouverture de l'arche n'est pas considérable, les liens peuvent se rencontrer au milieu C de la travée (*fig.* 5), sans être trop inclinés; mais si la largeur AB était telle que l'angle DCE fût très-obtus (1), il faudrait placer sous le longeron AB une pièce de bois C (*fig.* 6), contre laquelle viendraient s'appuyer les extrémités D et E des deux liens. Cette méthode de construction peut être suivie tant que la longueur de la pièce C ne dépasse pas le tiers de AB; elle permet de faire le longeron de trois pièces assemblées, deux à deux, en D et E.

Si l'espace à franchir exige une poutre DE plus longue que le tiers de la largeur KL (*fig.* 7), il faut surmonter le longeron d'une ferme ABC (2);

---

servir de fermes, et avoir soin de placer leurs points d'appuis, c'est-à-dire le bout des entraits, sur la bonne maçonnerie. (Voyez *Instruction ministérielle sur la manière de rétablir les ponts*, mai 1815.)

(1) En général cet angle ne doit pas dépasser 120 ou 130 degrés, c'est-à-dire que les liens CD et CE ne doivent pas être inclinés de plus de 60 ou 65 degrés par rapport à la verticale. (*Notes du trad.*)

(2) Dans la dernière guerre d'Espagne, M[r] Vauvilliers, chef de bataillon du génie, a fait une fort belle application de l'emploi des fermes et des liens inclinés, pour rétablir la communication par-dessus une arche rompue du pont de Dueñas, gros bourg de la province de Palencia sur le Rio-Carrion: cette opération fut terminée en six heures. L'arche avait été coupée sur une longueur de 17 à 18 mètres; on se servit, pour la réparer, de bois équarris provenant de la démolition d'un

autrement si les piles en pierres sont hautes, et

---

couvent voisin. Le tablier du nouveau pont reposait sur des longcrons soutenus par des liens encastrés dans la maçonnerie des piles; chacun de ces longerons était de plus surmonté d'une ferme : deux poutrelles assemblées à mi-bois formaient un entrait. Comme on manquait du temps et des outils nécessaires à la confection d'assemblages soignés, toutes les pièces des fermes n'étaient liées entre elles que par des bandes de fer et des clous fournis par le même couvent dont la démolition avait procuré les bois. Les liens dont nous avons parlé venaient aboutir aux extrémités d'une poutre placée sous le milieu de chaque entrait, et dont la longueur égalait, à peu près, le tiers de l'ouverture de l'arche rompue.

Pour empêcher que le pont ne tombât au pouvoir des Guérillas après le passage de l'armée française, et pour être à même de le garder avec très-peu de monde, Mr Vauvillieri avait imaginé de placer dans le rentrant de l'une des culées, un blockhaus ou corps-de-garde en bois, à deux étages et crénelé. L'étage inférieur, ou rez-de-chaussée, avait 6 mètres de long et à peu près autant de large; il était débordé de 8 à 10 décimètres, tout autour, par l'étage supérieur, dont la largeur était de 8 mètres environ : cette disposition permettait de voir et de défendre d'en-haut tout le pied du blockhaus. Une échelle intérieure établissait la communication entre les deux étages : dans celui du dessus était une petite pièce de canon qui tirait par une embrasure, ou plutôt par un sabord percé sur chacune des faces.

Pour ajouter encore à la force de ce corps-de-garde, on avait creusé en avant un petit fossé, au milieu duquel était une palissade inclinée en arrière, afin que le pied en fût vu des mâchecoulis de l'étage supérieur : le fossé ne régnait que sur deux faces seulement, et venait rejoindre le parapet de la culée contre lequel le blockhaus était appuyé. (*Note du traducteur.*)

si l'on peut se procurer des bois de longueur suffisante, on établira un second rang de liens FG et HI, qui viendront aboutir aux extrémités d'une troisième pièce horizontale GH (1).

Les liens engagés dans la maçonnerie sont d'un emploi tellement avantageux, que toutes les fois que la hauteur des piles et la largeur de l'espace à franchir permettront d'en faire usage, il ne faudra pas négliger de s'en servir pour les ponts en charpente sur arches rompues. On peut aussi, dans certains cas, les combiner avec des fermes, comme nous l'avons dit tout à l'heure.

La poutre AB, par exemple (*fig.* 8), peut être supportée dans son milieu par un petit poinçon DE, au sommet duquel viendront aboutir les liens DC et DF, dont les pieds sont engagés dans les piles en C et F. On forme ainsi une espèce de ferme très-simple et d'une construction prompte et commode : elle n'exige point de travail de charpentiers proprement dits; la poutre AB et les arbalétriers DC, DF, ne sont liés par aucun assemblage; enfin, la traverse qui se projette en E, et qui soutient les longerons AB, peut être attachée au sommet D par quelques bouts de cordes seulement. Si la largeur AB ne permettait pas d'employer des longerons ou en-

(1) C'est par erreur que sur la figure 7 les liens FG et HI sont appuyés aux piles en F et I; ces liens devraient être, à peu près, parallèles aux pièces DF et EI. (*Note du trad.*)



traits d'une seule pièce, on pourrait les composer de deux parties, dont les extrémités assemblées en E seraient fixées au poinçon D E par le moyen de bandes de fer et de boulons, comme nous l'avons déjà expliqué.

Si les entraits A E et E C, réunis en E (*fig.* 9), sont trop faibles pour supporter les fardeaux dont ils seront chargés, on augmentera leur force en les surmontant de nouvelles fermes A F E et E G C : ces fermes décuplent, comme nous avons dit, la résistance dont les bois sont susceptibles (1); par conséquent on pourra faire usage de ce mode de construction tant que chacun des demi-entraits A E et C E n'aura pas à supporter plus de dix fois le poids dont on pourrait le charger en toute sûreté s'il n'était point surmonté d'une ferme.

Il faut toujours transporter avec le matériel d'un équipage de pont, des pièces de bois dont on puisse facilement composer quelques fermes, et quelques longues poutres, soit pour être à même de rétablir sur-le-champ la communication pardessus des arches rompues, ou des palées à moitié brûlées (ce qui est de la plus grande importance lorsqu'on poursuit un ennemi en retraite), soit pour traverser quelques ravins profonds qui ne présentent, d'un bord à l'autre, aucun point

(1) Voyez la note de la page 355.

d'appui intermédiaire pour soutenir les longerons.

On peut assembler les pièces de charpente d'une manière très-expéditive, soit en leur faisant des entailles à mi-bois (*fig.* 10), soit en se servant de deux épais madriers, comme l'indique la figure 11 : on consolide le tout avec des boulons fortement serrés par des écrous. Mais il y a une autre méthode d'assemblage qui a été récemment employée pour le célèbre pont d'une seule arche de 250 pieds angl. (76 mèt.) d'ouverture, établi sur la rivière de Portsmouth dans l'Amérique septentrionale, et cette méthode me paraît susceptible d'applications avantageuses, toutes les fois qu'on voudra former de longues poutres avec des pièces de bois de dimensions assez faibles pour être d'un transport facile. J'ai rapporté un dessin très-exact de ce pont remarquable, dont la figure 12 donne une idée. L'arche est composée de trois rangs de cintres parallèles, et chacun de ceux-ci est lui-même formé de trois arcs concentriques ABC, DEF et GHI; les arcs du milieu DEF, supportent le tablier du pont; les poutres circulaires ABC, DEF et GHI, sont réunies les unes aux autres par des pièces de bois dur *ac*, *ac* (*fig.* 13), et par des coins *bb*, placés aux points 1, 2, 3, etc. (*fig.* 12), où l'on a préparé des mortaises pour les recevoir. Ces coins retiennent les tenons *ac*, *ac*, et lient l'arc du milieu AB (*fig.* 13) ou DEF (*fig.* 12) aux deux arcs extérieurs, dont l'écartement est maintenu par les

queues d'hironde qui terminent les pièces *ac*, *ac*.

Si les différentes parties de ce système de charpente étaient reliées entre elles au moyen des moises en écharpe indiquées par les lignes ponctuées de la figure 12, le pont serait bien moins susceptible qu'à présent, de changer de forme sous la pression des fardeaux qui chargent le tablier; mais dans son état actuel il est extrêmement flexible.

Dans la construction des ponts militaires, il peut se présenter plusieurs circonstances où ce genre de charpente soit d'une application commode; mais la raison principale qui nous a engagé à en parler ici, était de faire voir la manière dont sont assemblées les pièces de bois qui composent le pont. Chacun des arcs ABC, DEF et GHI (*fig.* 12), est fait de poutres de 4 à 5 mètres de long réunies par des tenons à queue d'hironde et des coins. Le plan de contact D de deux poutres A et B (*fig.* 14), correspond toujours au milieu d'une autre pièce C; des ouvertures plus larges en dehors qu'en dedans sont creusées à mi-bois dans l'épaisseur des solives A, B, C, de façon qu'elles forment par leur rapprochement des mortaises à double queue d'hironde, dans lesquelles on introduit deux morceaux de bois dur *c*, *c* qui sont serrés et maintenus par le coin *d*.

Les détails que nous donnons ici, font voir qu'en

perçant d'avance quelques mortaises dans des pièces de bois assez courtes pour être d'un transport facile, on pourra, au moment du besoin, composer très-promptement, avec ces pièces, des poutres d'une grande longueur, qui seront bien aisément aussi surmontées de fermes, si l'on a préparé des poinçons dont les extrémités soient disposées en queue d'hironde, et des arbalétriers dont les pieds puissent s'assembler immédiatement dans les entailles ou mortaises des entraits.

L'art d'établir sur-le-champ des communications momentanées en se servant seulement de bois en grume, sans employer de clous et sans avoir recours à des constructions qui exigent un peu d'habileté de la part des ouvriers, sera toujours d'une très-grande utilité en campagne, et les officiers de toutes les armes doivent parfaitement connaître les moyens que l'on peut mettre en pratique pour cet objet. Les troupes légères surtout doivent être souvent exercées aux travaux de cette espèce, qui faciliteront beaucoup les opérations de l'armée dont elles font partie, ou qui leur permettront, à elles-mêmes, de tenter des coups de main rapides et hardis dans tous les pays où le bois sera abondant.

Supposons, par exemple, qu'un corps d'infanterie agissant seul, ou formant l'avant-garde d'une armée, soit tout à coup arrêté dans sa marche par une rivière étroite et profonde sur laquelle il n'y

a point de bateaux. Si l'on trouve, près du point où doit se faire le passage, un arbre assez grand pour toucher les deux bords en même temps, on peut facilement établir une communication pour des gens de pied : il suffit, pour cela, de couper cet arbre et de le mettre à l'eau ; puis, pendant qu'on retient l'extrémité du tronc contre une des rives, le courant porte le sommet à l'autre bord, et les branches sont poussées avec assez de force pour que l'arbre soit en état de soutenir des fardeaux considérables, tant par l'effet de la pression qu'il éprouve, que par suite de sa pesanteur spécifique.

Si la rivière est trop large pour qu'on puisse la traverser avec un seul arbre, il faut, en supposant toutefois qu'il y ait moyen d'envoyer deux ou trois hommes de l'autre côté, abattre sur chaque rive un gros arbre qu'on mettra à l'eau, le long du bord, et la tête en amont : attachez ensuite une corde aux branches de chaque arbre, maintenez les troncs près de terre, et abandonnez les sommets à l'action du courant ; lâchez les cordes également, de manière que les arbres se rencontrent au milieu de la rivière, et forment un angle dont la pointe soit en amont (*fig.* 1, *pl.* 13) ; les branches s'entrelaceront par l'effet du choc des arbres, et s'uniront assez fortement pour établir une communication praticable, quand on aura élagué celles qui s'élèvent le plus au-dessus de l'eau. Si cette espèce de pont n'était

pas assez solide dans son milieu pour servir au passage des hommes, on pourrait prendre quelques branches CD (*fig.* 3) droites et un peu fortes, auxquelles on aurait soin de laisser les petites fourches formées par les amorces des branches latérales, et qu'on établirait entre le fond de la rivière et les arbres, la tête de ceux-ci portant sur les fourches dont nous parlons. Autrement, si le sol de la rivière n'avait pas assez de consistance, on pourrait encore utiliser la force du courant et la faire servir au soutien du pont : pour cela, on passerait à travers la tête des arbres quelques planches qu'on inclinerait de 50° environ, par rapport à la surface de l'eau; de cette manière, la même force qui, dans les ponts volans, agit suivant une direction horizontale, agirait verticalement ici, et concourrait efficacement à maintenir les arbres au-dessus de l'eau.

Si l'on ne peut envoyer personne à l'autre bord, il faut abattre trois arbres, deux très-gros et le troisième plus petit : cela fait, amenez un des deux premiers dans la position AB (*fig.* 2), et arrêtez-le au moyen d'une corde C tenue du rivage; faites enfoncer la partie A du tronc en y plaçant deux ou trois hommes, afin que les branches soient élevées autant que possible pendant l'opération suivante : attachez une des extrémités du petit arbre DE au tronc AB, le point d'attache D étant pris au quart à peu près de la longueur de l'arbre AB, à partir du sommet, et

amenez l'autre extrémité E contre le bord ; mettez à l'eau le troisième arbre, et faites glisser son tronc sur DE, jusqu'à ce qu'il arrive à quelques pieds du point D, ce qui sera facile en pesant sur le bout E et le faisant enfoncer dans l'eau; poussez au large la tête du troisième arbre que vous abandonnerez ensuite à l'action du courant; son sommet arrivera bientôt à l'autre bord, et cet arbre se trouvera tellement pressé contre la rive et si bien engagé dans les branches du premier arbre AB, qu'on aura un pont parfaitement sûr pour des piétons, bien qu'il soit peut-être au-dessous de la surface de l'eau dans quelques-unes de ses parties. On peut ajouter à sa solidité à l'aide des moyens dont nous avons parlé tout à l'heure, et qui sont indiqués par la figure 3 (1).

---

(1) L'auteur a vu plusieurs fois, dans l'Amérique septentrionale, employer au passage de petites rivières les ponts dont il donne ici la description, et qui réussissent d'autant mieux, que le courant est plus rapide. Lorsqu'au contraire la vitesse de l'eau est très-faible, ces ponts manquent de solidité, et sont d'un emploi dangereux : en pareil cas, on peut disposer sur le bord de la rivière deux files de corps d'arbres qu'on établit parallèlement entre eux à la distance de 10 ou 12 décimètres, et sur lesquels on cloue des planches ou qu'on recouvre simplement de petits rondins ou de branchages; les corps d'arbres sont attachés l'un à l'autre avec des cordes, et doivent se croiser de 5 à 6 décimètres au moins. « Lorsque le pont a la longueur nécessaire, on l'abandonne au courant en retenant l'extrémité inférieure contre

Les figures 4 et 5 représentent des ponts formés de quatre ou de six arbres en grume(1) qui

---

la rive. Lorsque l'extrémité supérieure, poussée par le courant, a atteint la rive opposée, on l'y amarre et l'on retient le pont soit par des cordes fixées à des pieux plantés sur la rive, soit au moyen de piquets battus fortement à la masse contre le pont. » Des chevaux conduits à la main, et à des intervalles de 5 à 6 mètres entre eux, peuvent passer sur un pont de cette espèce, en le supposant cependant formé de bois légers, tels que sapins ou peupliers de 4 décimètres au moins de diamètre. Voyez *Instruction ministérielle sur la manière de rétablir les ponts*, mai 1815. (*Note du traducteur.*)

(1) Nous citerons comme exemple de l'emploi des arbres en grume, la réparation d'une arche rompue à Ponte-Murcella dans la dernière guerre de Portugal (*). Cette arche avait été coupée sur une longueur de 18 à 19 mètres : l'officier du génie chargé de rétablir le passage, non-seulement ne pouvait disposer d'aucun équipage de pont, mais se trouvait encore privé de clous, de cordages, et de presque tous les outils nécessaires à la construction du pont le plus simple. Dans cette position embarrassante, le voisinage d'une forêt lui rappela heureusement un procédé qu'il avait vu employer dans l'Orient : il fit abattre quelques grands pins, qu'on plaça sur le pont des deux côtés de la coupure, les gros bouts portant sur la chaussée, et les petits bouts avançant sur le précipice et dépassant de 6 mètres à peu près le bord de la maçonnerie.

(*) Ponte-Murcella ou Ponte-Mursey sur l'Alva, à 8 ou 10 lieues de Coïmbre. L'armée de Portugal ayant abandonné ses positions de Torres-Novas au commencement du mars 1811, arriva le 12 du même mois devant Coïmbre; mais la forte garnison que l'ennemi avait jetée dans cette place, empêcha l'armée française de passer le Mondego et de suivre la route de Viseu, par laquelle elle était venue : cette armée prit alors la route de Celorico. L'Alva est rarement guéable; le pont de Murcella avait été coupé par les paysans.

se croisent, et sont maintenus par d'autres arbres faisant l'office de traverses; on peut mettre deux traverses seulement, comme A et B (*fig.* 4), on peut aussi en employer quatre A, B, C, D (*fig.* 5). Les figures, au reste, indiquent si clairement la construction de ces ponts, qu'il est inutile d'entrer dans de plus grands détails à ce sujet. Ces deux dispositions extrêmement simples, ont été inventées par un militaire de mes amis: on en a fait, déjà, de nombreuses applications, et des ponts construits de cette manière ont très-bien tenu pendant plusieurs années.

La disposition représentée par le plan et l'é-

Par-dessus la partie de ces arbres qui portait sur le pont, on établit en travers d'autres arbres plus petits, qu'on chargea ensuite de terre et de démolitions, en ayant soin de laisser dans le milieu de la chaussée un espace libre pour le passage. Les premiers arbres étant ainsi maintenus, on les recouvrit de rondins, et l'on obtint de cette manière deux portions de pont de 6 mètres de longueur chacune.

Pour franchir les 6 ou 7 mètres qui les séparaient encore, on plaça sur leurs extrémités les plus rapprochées deux fortes pièces de bois formant traverses, et l'on jeta de l'une à l'autre de celles-ci de nouveaux corps d'arbres qu'on recouvrit ensuite de rondins comme on avait fait pour les premiers.

Très-peu d'heures suffirent pour rétablir la communication, et presque toute l'artillerie de l'armée de Masséna passa sur ce pont sans qu'il soit arrivé aucun accident. Cet exemple, dont M[r] le commandant Vauvilliers a bien voulu nous donner connaissance, nous a paru assez curieux pour être rapporté avec quelques détails. (*Note du trad.*)

lévation de la figure 6, est basée sur le même principe que les deux précédentes; mais elle s'exécute avec des pièces de bois de dimensions plus portatives, et peut être utilement employée pour établir des communications par-dessus des fossés, des chemins creux et profonds, des canaux, ou, enfin, de petites rivières. Elle se compose, comme on le voit par la figure, de six poutrelles dont les extrémités portent sur quatre traverses A, B, C, D qui servent à les maintenir, et qui sont elles-mêmes retenues par des entailles faites aux poutrelles. Pour détruire un pont de cette espèce, il suffit d'ôter une seule des traverses.

Mais tous les moyens de communication dont nous venons de parler en dernier lieu, présentent un très-grand inconvénient relativement à l'objet auquel on les destine; cet inconvénient est la difficulté même de les établir : il faut, en effet, que ces ponts soient soutenus dans leur milieu jusqu'à ce que les extrémités des corps d'arbres ou des poutrelles se croisent et portent sur les traverses; si l'on voulait, au contraire, assembler les ponts à terre pour les jeter ensuite d'une seule pièce, cette dernière opération serait à peu près inexécutable. En général, pour établir une communication du genre de celles que nous considérons ici, on tirera un très-grand parti d'une paire de roues et d'un essieu, dont on se servira soit pour y poser l'extrémité du pont et jeter ensuite ce-

lui-ci tout assemblé, soit pour porter à l'autre bord, des poutrelles (1) que l'on abaissera peu à peu, jusqu'à ce qu'elles appuient sur les traverses. Ainsi, par exemple, supposons que l'extrémité inférieure des poutrelles AB (*fig.* 7), soit attachée à un essieu (il faut, quand on peut, allonger celui-ci, afin de donner au pont plus de stabilité), et admettons que d'autres poutrelles CD soient réunies aux premières par des boulons autour des-

(1) Lorsqn'on cherche à rétablir le passage interrompu par la destruction d'une arche en maçonnerie ou d'une travée en charpente, on est quelquefois fort embarrassé pour jeter, d'un bord à l'antre, les longerons qui doivent soutenir les madriers du nouveau pont : en pareil cas, si l'on peut se procurer de ces grandes perches de sapin que les Allemands appellent *baleines*, il faut en placer deux on trois l'une à côté de l'autre, les deux bouts portant sur les bords de la coupure, puis sur cette espèce de pont on fera glisser les longerons, qui seront en même temps tirés de l'autre côté avec des cordes. A défaut de perches de sapin, on peut se servir avec avantage d'nn essien porté sur deux roues, on, ce qui est plus commode encore; de l'avant-train d'une pièce de canon. On attache l'essieu à la poutre, non pas au milieu de la longueur de celle-ci, mais aussi près que possible de l'nne de ses extrémités, qu'on lie en même temps au timon; on pousse alors les roues sur le bord de la coupure, et l'on abaisse l'autre extrémité de la poutre jusqu'à ce qu'elle touche le bord opposé, on du moins jusqu'à ce qu'elle rencontre des pièces de bois en encorbellement, sur lesquelles il est facile, ensuite, de la faire avancer davantage. Cette méthode a été plusieurs fois employée avec succès. (*Note du trad.*)

quels elles peuvent tourner ; amenez ces deux systèmes de poutrelles, ou, pour mieux dire, ces deux cadres A B et C D sur le bord de la rivière, dans la position représentée par la figure 7 ; poussez ou tirez les roues vers le bord opposé, jusqu'à ce que les cadres s'abaissant peu à peu appuient sur les traverses, et le pont sera tendu. On peut le soutenir ou le renforcer dans son milieu, au moyen de deux pièces verticales E F (*fig.* 8) placées de chaque côté du pont, sous lesquelles on mettra quelques madriers pour augmenter la surface qui presse sur le fond de la rivière ; si l'on veut ajouter à la stabilité des pièces E F, on introduira leurs extrémités inférieures dans les moyeux de deux roues (*fig.* 8), qui devront aussi porter sur quelques madriers cloués ou simplement attachés aux rais.

Les figures 9 et 10 représentent un pont fort ingénieux de l'invention du général Congrève ; il se compose de deux roues et de quelques poutrelles. Comme il est très-léger, on peut l'assembler à une distance assez considérable de la rivière ou du fossé dont on veut tenter le passage, et l'amener ensuite rapidement, à bras, sur le point où il doit être jeté. Les pièces AB, C D, sont fixées, par une de leurs extrémités, à l'essieu qui réunit les deux roues, et par l'autre aux poutrelles E F ; l'angle A G D se calcule d'après la largeur et la profondeur connues ou présumées de l'obstacle à franchir. Les poutrelles, soutenues

dans leur milieu par deux montans GH, sont recouvertes de planches légères. On peut, en quelques minutes seulement, et sans donner l'éveil sur le point où l'on cherche à passer, jeter ce pont sur une petite rivière ou un large fossé : les roues d'un caisson ou d'une charrette, et quelques pièces de bois d'un faible équarrissage, suffisent pour sa construction.

Sir William Congrève, en imaginant ce genre de communication, avait surtout en vue de faciliter aux colonnes de troupes l'attaque de vive force des retranchemens de campagne. Les pièces AB (*fig.* 11), recouvertes de planches sur la longueur BC seulement, sont soutenues par des cordes pendant qu'on fait avancer le pont ; les poutrelles CD ont leur extrémité C fixée au tablier AB, mais l'autre extrémité D repose simplement sur les pièces AE, de manière qu'elle peut s'éloigner ou se rapprocher du point E suivant que l'angle BAE devient plus ou moins ouvert. Pour passer un fossé plein d'eau, on soulève la partie antérieure du pont (*fig.* 11), et on pousse celui-ci en avant, jusqu'à ce que le point E, extrémité de AE, arrive sur le bord de la contrescarpe ; on laisse alors retomber la partie AB, et le pont se trouve établi comme le représente la figure 12.

On peut encore tirer parti de cette machine pour faciliter la descente des fossés secs et profonds, ou pour établir une communication par-

dessus des palissades, des chevaux-de-frise, etc.; elle sert aussi d'échelle pour escalader les remparts; enfin, lorsque les pièces AB (*fig.* 13) sont assez longues pour atteindre le talus extérieur, ou tout au moins le sommet de l'escarpe, avant que les roues quittent la contrescarpe, on peut jeter cette espèce de pont d'un bord à l'autre d'un fossé, et se dispenser ainsi de faire une descente. Il arrive souvent que les fossés des retranchemens de campagne ne sont point vus par les parapets des flancs, ou ne le sont que très-mal, et que leur défense consiste presque entièrement dans des feux de caponnières ou dans des coups de revers partant de la contrescarpe; tout ce qui donnerait la possibilité de franchir ces fossés sans passer par le fond, serait par conséquent d'une grande utilité. D'après ce que nous avons dit, on voit que, dans certaines circonstances, le pont roulant du général Congrève présente cet avantage, puisque étant établi comme l'indique la figure 14, il donne une communication immédiate du sommet de la contrescarpe au talus extérieur du parapet. Mais de pareils moyens de passage ne peuvent être employés qu'autant que les abords des retranchemens sont assez bien dégagés de tout obstacle naturel ou artificiel, pour que plusieurs ponts puissent avancer de front; il faut qu'on n'ait à faire qu'à un petit nombre de défenseurs, que leur attention soit attirée sur différens points, ou, enfin, que quelque autre raison semblable jus-

tifie une attaque de cette nature. Si le sol est un peu mou, les machines dont nous parlons avanceront sans faire beaucoup de bruit; elles en feront même moins qu'une colonne de troupes qui marche à l'assaut, si l'on a soin de clouer des bandes de cuir sous les roues et de prendre quelques autres précautions analogues. Nous ne doutons nullement, que cette espèce de ponts roulans ne puisse être quelquefois d'une grande utilité, soit pour enlever de vive force un ouvrage de fortification, soit pour franchir les fossés, canaux ou autres obstacles qui couvriraient cet ouvrage (1); et, bien que de semblables tentatives fassent toujours répandre beaucoup de sang, cependant, en dernier résultat, les pertes seront encore moindres qu'elles ne seraient, si l'on entreprenait de traverser ces canaux ou ces fossés en les comblant lentement avec des matériaux apportés à bras, ou en ayant recours aux autres méthodes indiquées par la théorie et habituellement mises en pratique.

Il aurait été peut-être plus convenable de nous occuper dans la section précédente des ponts roulans du général Congrève, et des applications

(1) Les soldats anglais sont exercés pendant la paix à la manœuvre de ces ponts roulans; ils apprennent à les jeter sur des fossés secs ou pleins d'eau, et à les faire servir aux différens usages indiqués ci-dessus. (*Note du trad.*)



dont ils sont susceptibles; mais nous avons cru devoir intervertir un peu l'ordre des matières, à cause des rapports qui existent entre ces ponts et les différens moyens de passages qui font l'objet de cette dernière section.

FIN.

TABLE

DES MATIÈRES.

SECTION PREMIÈRE.

Principes et effets du mouvement de l'eau dans les rivières.

De la figure du lit des fleuves.

SECTION DEUXIÈME.

Ponts de pontons.

Construction d'un pont de pontons.

SECTION TROISIÈME.

Ponts de bateaux.

Ponts de bateaux portatifs.

SECTION QUATRIÈME.

Ponts volans.

Passages de rivières à force ouverte.

SECTION CINQUIÈME.

Ponts de radeaux.

Radeaux en corps d'arbres et bois équarris.

Radeaux de tonneaux.

SECTION SIXIÈME.

Ponts roulans et ponts de cordages.

Ponts roulans.

Ponts de cordages.

SECTION SEPTIÈME.

Ponts de chevalets, de pilotis, de fermes en charpente, etc.

Ponts de chevalets.

Ponts de pilotis.

De l'emploi des fermes pour les ponts militaires, et de quelques principes de charpente.

FIN DE LA TABLE.

DE L'IMPRIMERIE DE DEMONVILLE, RUE CHRISTINE.



ERRATA.

PAGE 8, LIGNE 24, on force, *lisez :* ou force.

9, —— 21, horizontal, *lisez :* horizontale.

15, —— 2 DE LA NOTE, des petites, *lisez :* de petites.

40, DERNIÈRE LIGNE, notes, *lisez :* note.

62, LIGNE 4 DE LA NOTE 1re, guidages, *lisez :* guindages.

68, le second alinéa seulement de la note a été ajouté par le traducteur.

79, LIGNE 16, 136, *lisez :* 336.

156, —— 17, tortueuses, *lisez :* saillantes.

188, —— 27 de la note, lice, *lisez :* lisse.

193, DERNIÈRE LIGNE, *ajoutez :* (*Notes du traducteur.*)

213, DERNIÈRE LIGNE, décimètre, *lisez :* décimètres.

215, AU TABLEAU, après Acajou...1063, *ajoutez :* Aune 800.

NOTICE

DE QUELQUES OUVRAGES DE FORTIFICATION

Qui se trouvent chez Anselin et Pochard, *Libraires, rue Dauphine*, n° 9.

Allent. Histoire du Corps du Génie, des sièges et des travaux qu'il a dirigés, et des changemens que l'attaque, la défense, la construction et l'administration des forteresses ont reçus en France depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à nos jours; *première partie*, depuis l'origine de la fortification moderne jusqu'à la fin du règne de Louis XIV. Paris, 1805, 1 vol. in-8°. 7 fr.

Augoyat. Mémoire sur l'effet des feux verticaux, proposés par M. Carnot dans la défense des places fortes, suivi de deux notes, l'une sur la trajectoire des balles; l'autre sur le tir à ricochets. Paris, 1821, broch. in-4°. 2 fr. 50 c.

Belair. Elémens de fortification, renfermant ce qu'il était nécessaire de conserver des ouvrages de Leblond, de Deidier, etc., et l'examen raisonné des principes sur l'art des fortifications de Vauban, de Saxe, de Cormontaingne, de Robins, de Cugnot, etc., avec un Dictionnaire militaire, et l'explication de 30 belles planch., etc., 2e édit. Paris, 1793; 1 vol. in-8°, 30 planch. 8 fr.

Bousmard. Essai général de fortification et d'attaque et défense des places, dans lequel ces deux sciences sont expliquées et mises l'une par l'autre à la portée de tout le monde; ouvrage utile aux militaires de toutes les classes. Paris, 1815, 4 vol. in-8°, et un atlas de 62 pl. in-4°. 40 fr.

— Le 4e vol. de la 1re édit. in-4° se vend séparément. 9 fr.

Cormontaingne. Mémorial pour la fortification, l'attaque et la défense des places; ouvrage posthume, édition autographe, enrichie d'additions tirées des autres manuscrits de l'auteur, 3 vol. in-8° avec planch. 27 fr.

Gaudi. Instruction adressée aux officiers d'infanterie, pour tracer et construire toutes sortes d'ouvrages de campagne, et pour mettre en état de défense différens petits postes, etc.; augmentée par Belair, chef de brigade. 3e édit. Paris, 1821, 1 vol. in-8°, 42 planch. 5 fr.

Gillot. Traité de fortification souterraine; ouvrage qui a remporté le second prix au concours proposé pour le meilleur ouvrage sur les mines, 1 vol. in-4° avec 16 pl. 15 fr.

Gumpertz et Lebrun. Traité pratique et théorique des Mines; ouvrage qui a obtenu une mention honorable au concours proposé pour le meilleur ouvrage sur les Mines. Paris, 1806, 1 vol. in-4°, 15 planch. 15 fr.

John, Jones. Journaux des siéges entrepris par les Alliés en Espagne, pendant les années 1811 et 1812, suivis de deux discours sur l'organisation des armées anglaises, et sur les moyens de la perfectionner, avec des notes; traduits de l'anglais. Paris, 1821, 1 vol. in-8° de 500 pages, avec 9 planch. gravées. 8 fr.

Mandar. De l'Architecture des forteresses, *ou* de l'Art de fortifier les places et de disposer les établissemens de tous genres qui ont rapport à la guerre. Ire partie : Essai sur la fortification, où l'on expose les progrès de cet art jusqu'à nos jours, etc. On y a joint la notice des ouvrages écrits sur l'Art défensif. Paris, 1801, 1 vol. in-8°, 8 pl. 9 fr.

Mouzé. Traité de Fortification souterraine, suivi de quatre Mémoires sur les Mines; ouvrage qui a remporté le premier prix au concours proposé pour le meilleur Traité sur les Mines. Paris, 1804, 1 vol. in-4°, 20 planch. 18 fr.

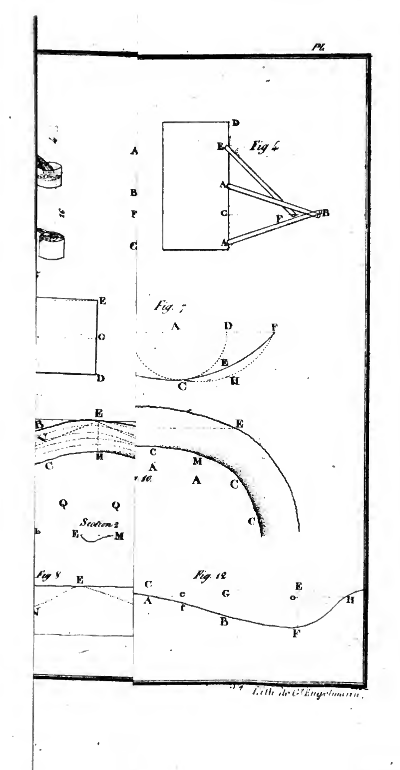
Relations des principaux siéges faits ou soutenus en Europe par les armées françaises depuis 1792; rédigés par MM. les officiers généraux et supérieurs du corps du génie qui ont conduit l'attaque ou la défense; précédées d'un Précis historique et chronologique des guerres de la France depuis 1792 jusqu'au traité de Presbourg en 1806 : par V. Musset-Pathay, chef des bureaux du comité central du génie et du dépôt des archives des fortifications, secrétaire particulier de S. Exc. le premier inspecteur-général du génie. Paris, 1806, 2 vol. in-4°, dont un de planches. 36 fr.

Rogniat (lieutenant-général du génie). Relation des siéges de Saragosse et de Tortose par les Français, dans la dernière guerre d'Espagne. Paris, 1814, 1 vol. in-4° avec 2 planches. 7 fr. 50 c.

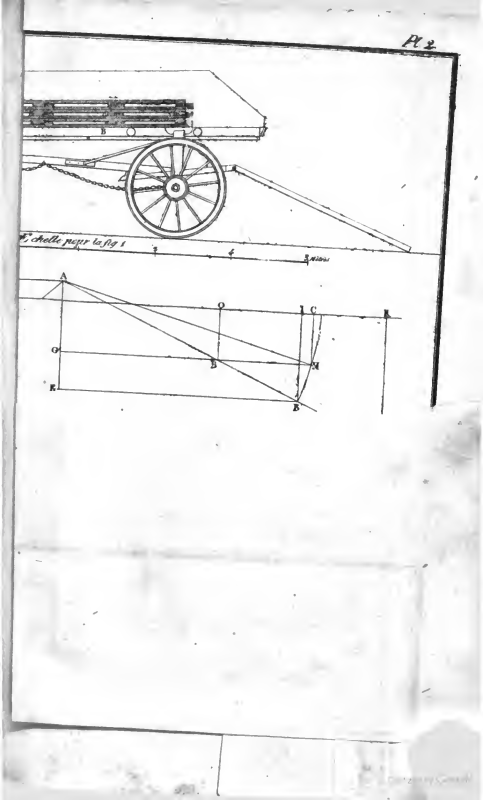
Séa (élève du corps du génie français). Mémoire sur la fortification permanente, pour servir à la construction d'un front de fortification sur le terrain. Saint-Pétersbourg, 1811, 1 vol. in-4° et atlas. 50 fr.

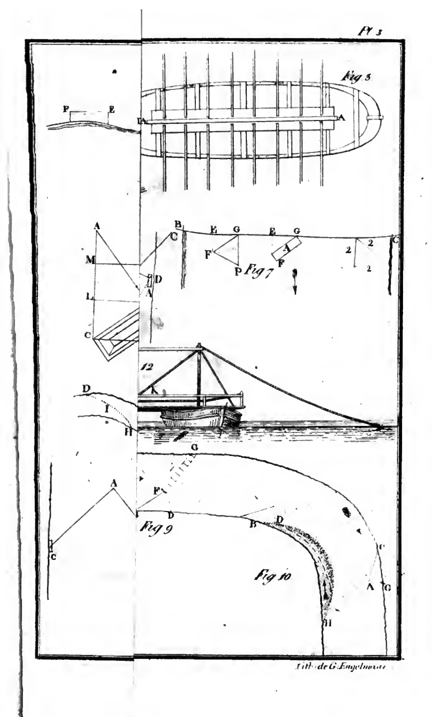
— Le même ouvrage, sans l'atlas. 30 fr.

Aide-Mémoire à l'usage des officiers d'artillerie de France attachés au service de terre; 5e édition, revue et considérablement augmentée. Paris, 1819, 2 très-forts vol. in-8°. 16 fr.

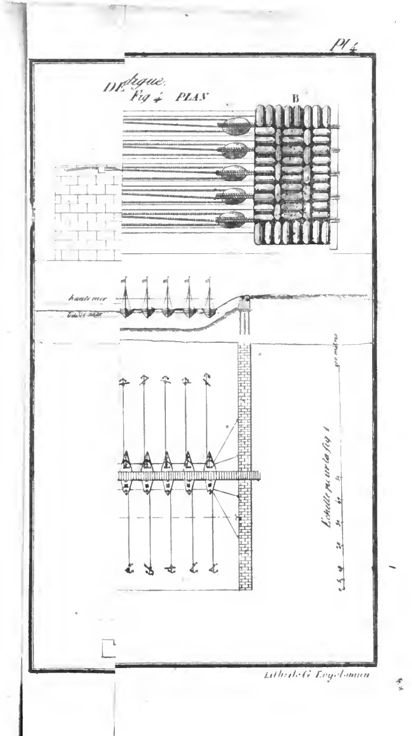


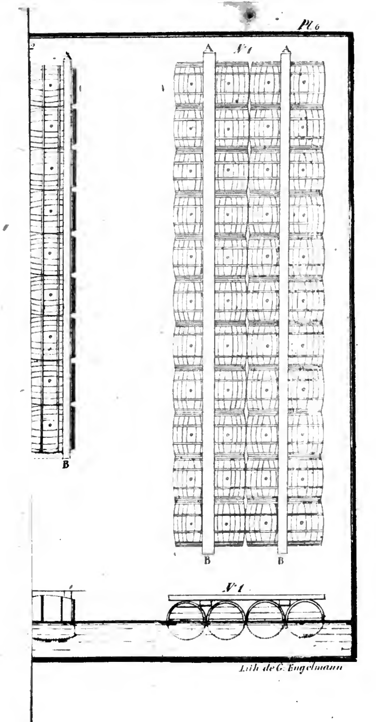
Pl.
Fig 4
D
E
A
C
F
B
A
B
F
C
Fig. 7
A
D
F
E
C
H
E
G
D
E
B
C
H
E
C
M
A
A
C
C
Q
Q
Section 2
E
M
Fig 8
E
Fig. 12
C
A
c
f
G
B
E
o
F
H
Lith de G. Engelmann

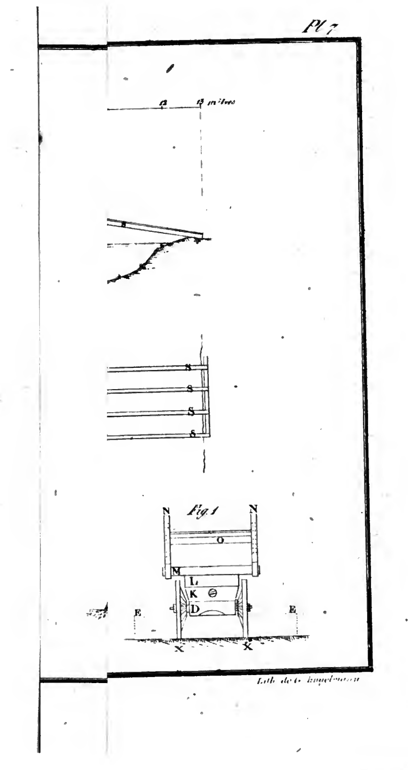

Pl. 2.
B
Echelle pour la fig 1
3
4
5 Mètres
A
O
I
C
K
G
B
M
E
B



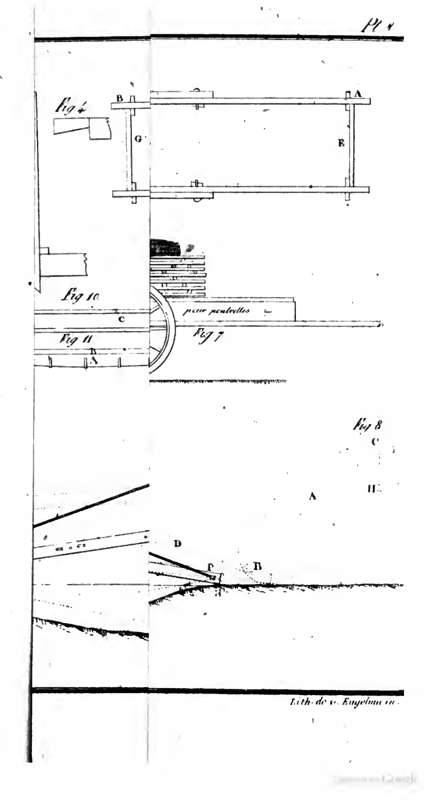
Lith. de G. Engelmann


Pl 4
DE digue.
Fig 4 PLAN
B
haute mer
basse mer
Echelle pour la fig 1
Lith. de G. Engelmann

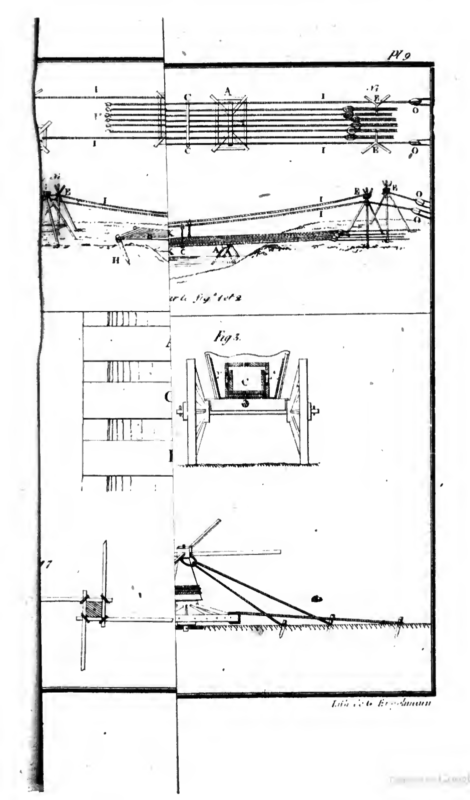

Pl. 6
N° 1
A
A
A
B
B
B
N° 1
Lith. de G. Engelmann

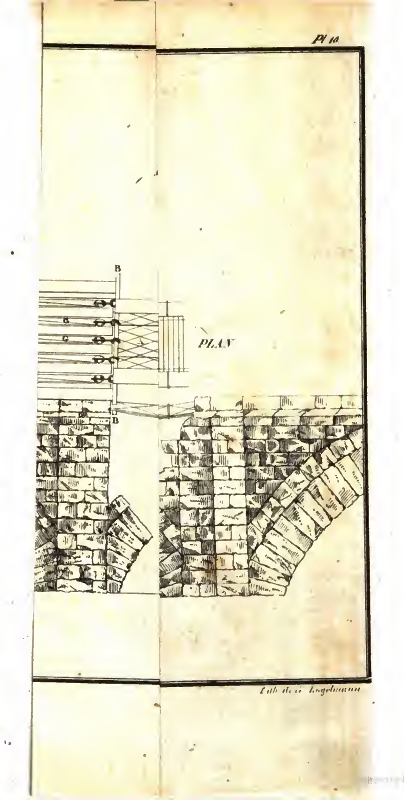


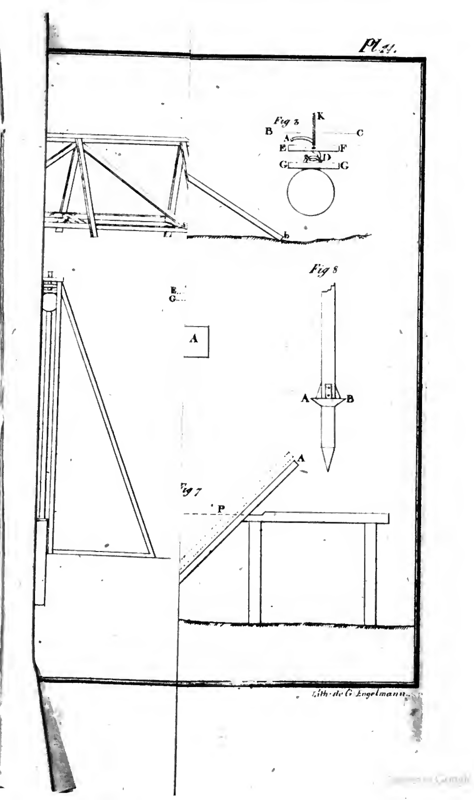
Lith. de G. Engelmann

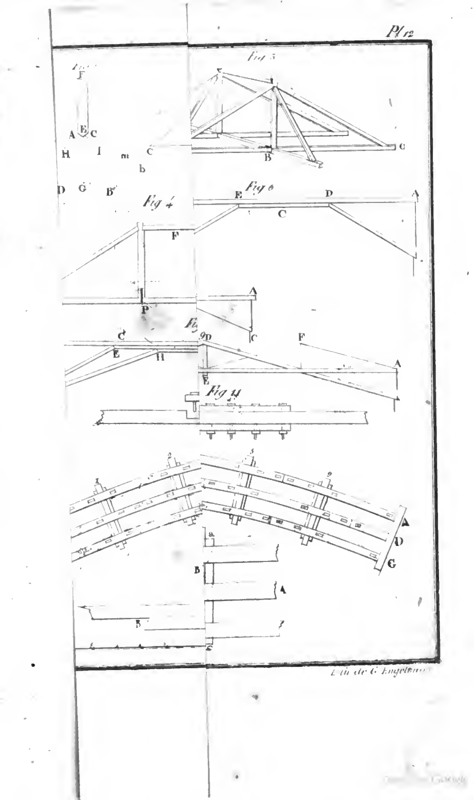


Lith. de G. Engelmann.

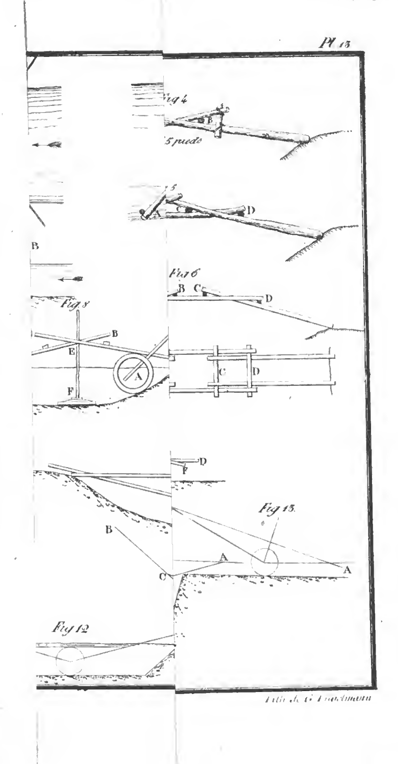

Fig. 3.
Lith. de G. Engelmann


Pl 10.
B
PLAN
B
Lith de C. Engelmann


Pl. 11.
Fig 3
K
B
C
A
E
F
D
G
G
b
Fig 8
E
G
A
A
B
A
Fig 7
P
Lith. de G. Engelmann.



Lith de G. Engelmann



Lith. de G. Engelmann

